

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Anna Zahharova

**Funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste mõju istumisrühile,
lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ja emotsionaalsele enesetundele
traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientidel**

The effects of functional electrical stimulation and therapeutic exercises on seating posture,
spine and chest mobility, pulmonary function and emotional well-being in patients with
traumatic spinal cord injury

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendajad:
lektor, D. Vahtrik
nooremteadur, M. Bergmann
teadur, H. Gapeyeva

Autori allkiri

Tartu 2018

SISUKORD

Töö lühiülevaade	4
Abstract	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Traumaatilise seljaaju kahjustuse etioloogia ja patogenees	6
1.2. TSAK patsientide istumisrüht, lülisamba ja rinnakorvi liikuvus	7
1.3. Respiratoorse funktsiooni häired TSAK patsientidel ja selle seos istumisrühi, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusega	8
1.4. Terapeutilised harjutused rühi ja hingamisfunktsiooni parandamiseks TSAK patsientidel	9
1.5. FES kasutamine TSAK patsientide teraapias	10
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. METOODIKA	13
3.1. Uuritavad	13
3.2. Teraapia	14
3.3. Uurimismeetodid	16
3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised	16
3.3.2. Rühi hindamine	16
3.3.3. Lülisamba ja rinnakorvi liikuvuse hindamine	17
3.3.4. Kopsufunktsiooni hindamine	18
3.3.5. Emotsionaalse enesetunde küsimustik	18
3.4. Uuringu korraldus	19
3.5. Statistiline andmetöötlus	20
4. TÖÖ TULEMUSED	21
4.1. Rüht	21
4.2. Lülisamba kaela- ja rinnaosa liikuvus, rinnakorvi liikuvus	23
4.3. Kopsufunktsioon	28
4.4. Emotsionaalne enesetunne	29
5. TULEMUSTE ARUTELU	32
5.1. Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid	38
6. JÄRELDUSED	

	40
KASUTATUD KIRJANDUS	41
TÄNUAVALDUS	45
LISAD	46
Lisa 1. Harjutusprogramm	46
Lisa 2. Emotsionaalse enesetunde küsimustik (EEK-2)	48
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	50

Töö lühiülevaade

Eesmärk: hinnata kodutingimustes teostatava funktsionaalse elektrostimulatsiooni (FES) ja terapeutiliste harjutuste (TH) koosmõju traumaatilise seljaaju kahjustuse (TSAK) järgselt tetrapareesiga patsientide istumisrühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ning emotsionaalsele enesetundele.

Metoodika: uuritavateks oli kaheksa traumaatilise seljaaju kaelaosa kahjustusega meespatsienti keskmise vanusega $40,3 \pm 2,0$ aastat, kellest neli moodustasid TSAK FES+TH rühma ja neli TSAK TH rühma, ning kaheksa tervet, kehaliselt mitteaktiivset keskmise vanusega $36,3 \pm 3,3$ aastat meest, kes moodustasid referentsrühma. Füsioterapeutiline sekkumine kestis kuus nädalat, TSAK FES+TH rühmas sisaldas teraapia samaaegselt *m.erector spinae* ja *m.rectus abdominis* elektrilist stimulatsiooni FES seadmega ja terapeutilisi harjutusi. TSAK TH rühma teraapia sisaldas ainult terapeutilisi harjutusi. Rühi hindamiseks kasutati spetsiaalset goniomeetriga kaasnevat mõõtmisvahendit ja inklinomeetrit, lülisamba kaelaosa liikuvust mõõdeti gravitatsioonigoniomeetriga, lülisamba rinnaosa liikuvust inklinomeetriga, rinnakorvi liikuvust mõõdulindiga, kopsumahtu spirometriga ning emotsionaalset enesetunnet emotsionaalse enesetunde küsimustiku teise versiooniga (EEK-2).

Tulemused: nii TSAK FES+TH kui TSAK TH rühma uuritavatel oli sekkumise järgselt pea anteriorset asendit iseloomustav näitaja, rinnaküfoosi nurk ning emotsionaalse enesetunde skoor oluliselt väiksem, lülisamba kaelaosa liikuvus ning kopsumahu näitaja suurem, kuid mitte statistiliselt oluliselt. Sekkumise järgselt oli märkimisväärselt suurem TSAK FES+TH uuritavate lülisamba rinnaosa liikuvus ekstensioonil ja lateraalfleksioonil paremale ning TSAK TH uuritavatel lateraalfleksioonil vasakule. Võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimestega oli TSAK uuritavatel statistiliselt oluliselt suurem rinnaküfoosi nurk, väiksem lülisamba kaelaosa liikuvus ja rinnaosa liikuvus ekstensioonil, rinnakorvi liikuvus ning kopsumaht. TSAK uuritavatel esines oluliselt rohkem unehäireid.

Kokkuvõte: Vaatamata sellele, et enamus muutustest ei olnud statistiliselt olulised, oli nii FES+TH kui TH järgselt TSAK patsientide rüht korrektsem, lülisamba ja rinnakorvi liikuvus ning kopsufunktsiooni näitaja suurem, emotsionaalse enesetunde näitaja madalam.

Märksõnad: traumaatiline seljaaju kahjustus, funktsionaalne elektrostimulatsioon, terapeutiline harjutus, kehahoid, kopsufunktsioon

Abstract

Aim: to evaluate the effect of functional electrical stimulation (FES) and therapeutic exercises (TH) in home-based conditions on sitting posture, mobility of the spine and chest, lung function and emotional well-being on patients' with tetraparesis caused by traumatic spinal cord injury (TSAK).

Methods: eight patients with TSAK (age $40,3 \pm 2,0$ years) participated in the study, four of them were in TSAK FES+TH group and four in TSAK TH group. Eight healthy physically inactive people (age $36,3 \pm 3,3$ years) formed the reference group. Physiotherapeutic intervention lasted for six weeks, in TSAK FES+TH group the therapy consisted of simultaneous m.erector spinae and m.rectus abdominis electrical stimulation with FES device and therapeutic exercises. In TSAK TH group the therapy consisted of therapeutic exercises. Participants' posture was evaluated with a special measurement instrument and inclinometer, neck mobility was assessed by a gravitation goniometer, the mobility of the thoracic spine was measured by an inclinometer. Rib cage mobility was evaluated with a tape measure and a spirometer was used to evaluate the lung volume. The emotional well-being of patients was estimated using the second version on the Emotional State Questionnaire (EEK-2).

Results: after the intervention both TSAK FES+TH and TH group had a significantly lower anterior head position and the angle of thoracic kyphosis, the emotional well-being, cervical mobility and lung volume improved, but not statistically significantly. Following the intervention, there was a great increase in thoracic spine extension and right lateralflexion in TSAK FES+TH group and left lateralflexion in TSAK TH group. Patients with TSAK had significantly higher angle of thoracic kyphosis, lower cervical and thoracic spine mobility in extension, rib cage mobility and lung volume comparing to healthy physically non-active people. TSAK subjects experienced significantly more sleep disorders.

Conclusions: despite the fact that most of the changes were not statistically significant, after both FES+TH and TH TSAK patients had more correct seating posture, greater spine and chest motility, improved lung function and emotional well-being.

Keywords: traumatic spinal cord injury, functional electrical stimulation, therapeutic exercise, posture, lung function

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Traumaatilise seljaaju kahjustuse etioloogia ja patogenees

Traumaatiline seljaaju kahjustus (TSAK) on trauma tagajärjel tekkinud haigusseisund, mille tulemusena on kahjustuse piirkonnas häiritud seljaaju sensoorsed ja motoorsed signaalid, aga ka autonoomse närvisüsteemi töö. Kirjeldatud kahjustus mõjutab indiviidi füüsilist, psühholoogilist, emotsionaalset ning ka sotsiaalset heaolu. TSAK tagajärjel jäävad noored inimesed halvatuna ratastooli või voodisse- see muudab täielikult nii patsiendi enda kui tema lähedaste elu (Kirshblum et al., 2011).

TSAK esinemissagedus varieerub maailmas 12-83 juhtu miljoni elaniku kohta; Ameerika Ühendriikides on registreeritud 56 TSAK juhtu miljoni elaniku kohta (*National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC)*, 2017). Eestis on TSAK esinemissagedus 39,7 juhtu miljoni elaniku kohta, mis on üks kõrgemaid näitajaid kogu Euroopas (Sabre et al., 2012). Meestel esineb TSAK viis korda sagedamini kui naistel, moodustades 81% juhtudest. Inimeste keskmine vanus seljaaju kahjustuse tekkimise hetkel on 42 eluaastat. Peamised TSAK tekkepõhjused on liiklusõnnetused, kukkumised, vettehüpped, spordiga seotud õnnetused või vägivaldajuhtumid. Viimaste aastakümnete jooksul on TSAK patsientide eluiga tõusnud, jäädes siiski alla keskmisest elueast. Sagedasemad surma põhjused TSAK järgselt on respiratoorsüsteemi haigused, sepsis, südamehaigused ja kasvajad (NSCISC, 2017).

Ameerika Seljaaju Kahjustuse Assotsiatsioon (*American Spinal Cord Injury Association - ASIA*) on loonud rahvusvahelise standardi seljaaju kahjustuse neuroloogiliseks klassifitseerimiseks, vigastuse raskusastme ning ulatuse määramiseks. Standardi alusel võib seljaaju kahjustuse tagajärjel tekkida kas osaline või täielik seljaaju kahjustus. Seljaaju kahjustuse raskusastme määramiseks kasutatakse ASIA poolt välja töötatud kahjustuse klassifikatsiooni (*ASIA Impairment Scale – AIS*). Seljaaju kaelaosa osaline läbilõikesüdroom koos sellega kaasneva tetrapareesiga esib ligikaudu 59%-l TSAK juhtudest (Sabre et al., 2012), millele kõige sagedamini järgneb tetraparees (NSCISC, 2017). Tetrapareesiga patsientidel on häirunud nii üla- kui alajäsemete, aga ka kehatüvelihaste ning vaagnapiirkonna elundite funktsioon. Seljaaju kaelaosa osalise läbilõikesüdroomi korral on seljaaju juhteteedes närviimpulsatsiooni edastusvõime osaliselt häirunud. Osaline seljaaju kahjustus võib olla tingitud tursest, verevalumist, seljaaju infarktist, kusjuures aju võime saata signaale vigastuse piirkonna tasemest alla on teatud määral säilinud. Täieliku seljaaju kahjustuse korral on seljaaju ulatusliku vigastuse või kompressiooni tagajärjel häirunud peaaju võime saata signaale vigastuse kohast allapoole (Kirshblum et al., 2011). TSAK tagajärjel võivad tekkida kardiovaskulaarsüsteemi häired: ortostaatiline hüpotensioon, süvaveenide tromboos, tursed

alajäsemetes, südame rütmihäired, kõrge arteriaalne vererõhk autonoomse düsrefleksia tagajärjel, hingamissüsteemi tüsistused, aga ka autonoomse närvisüsteemi häired, põiekontrolli, sooletöö ja seksuaalfunktsiooni häired (Sabre et al., 2011). Peale eelnimetatute on TSAK patsientide sagedasteks probleemideks lihaste spastilisus, lihasatroofia, lamatised, liigeskontraktuurid, osteoporoos ning luumurrud, rasvamassi suurenemine, heterotoopne ossifikatsioon, valu ja elukvaliteedi langus (Sezer et al., 2015).

Seljaaju kahjustusega kaasnevad patsiendi sõltuvus kaasinimestest, abivahenditest, identiteedi kaotamine, liikumispääringud ja tüsistuste tekke kõrge risk on sageli emotsionaalse enesetunde halvenemise ja depressiooni, vahel ka enesetapu põhjused (Hoffman et al., 2011). TSAK patsientide uuringuga selgus, et 22,5%-l patsientidest esines depressioon, 21,3%-l esinesid ärevushäired, 10,0%-l paanikahäired, 47,5%-l väsimus, pooltel uuritavatel esines unetus, kusjuures negatiivne seos leiti väsimuse, depressiooni ja üldise tervisliku seisundi vahel (Kivisild et al., 2014).

1.2. TSAK patsientide istumisrühm, lülisamba ja rinnakorvi liikuvus

Seljaaju kahjustuse ja lihaste paralüüsiga kaasneb lülisamba ja vaagna stabilisatsiooni häirumine, mis raskendab istumisasendi korrigeerimist ning põhjustab ebaergonoomilisi istumisasendeid. TSAK patsientide istumisasendit iseloomustab lülisamba C-kujuline küfootiline kehahoid, pea anterioorne asend ja posterioorne vaagnakalle, mis nihutab kehatüve raskuskeskme toepinna suhtes taha. Kirjeldatud ebaõige istumisasend tagab biomehaanilise stabiilsuse, võimaldab sooritada igapäevaseid tegevusi ja lükata jõuliselt ratastooli (Bolin et al., 2000). Kompensatoorne küfootiline kehahoid koos posterioorse vaagnakaldega on aluseks kaasuvatele kroonilistele terviseprobleemidele: väheneb kopsude ventilatsioon, suureneb surve luudele, siseorganitele ja lülisamba lülivahe diskidele, võivad tekkida lamatised, skeleti deformatsioonid, sh skoliootilised muutused, suureneb lihaste spastilisus ning esinevad seljavalud (Samuelsson et al., 1996; Triolo et al., 2009).

Boyle kaasautoritega (2002) leidis, et lülisamba rinnaküfoosi suurenemine põhjustab sageli pea anterioorse asendi suurenemise, kaela liikuvuse vähenemise ja kaelavalu. Samuti tuvastati tugev seos väljendunud rinnaküfoosi ja lülisamba rinnaosa liikuvuse vähenemise vahel. On leitud, et TSAK patsientidel on nõrgad roietevahelised lihased, mis soodustavad jäikuse suurenemist rinnakorvi luuliste ühenduste vahel, rinnakorvi jäikus võib omakorda olla torakaalküfoosi süvenemise põhjus (Izumizaki et al., 2006).

1.3. Respiratoorse funktsiooni häired TSAK patsientidel ja selle seos istumisrühhi, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusega

Tetrapareesiga patsientidel on leitud hingamisfunktsiooni vähenemine ligikaudu 50% ulatuses. Respiratoorfunktsiooni langus tekitab TSAK patsientidel hingamisteede häireid, mis on sageli respiratoorsete komplikatsioonide nagu atelektaaside või kopsupõletiku põhjus (Spungen et al., 2009). TSAK lülisamba kaelapiirkonnas põhjustab eelkõige väljahingamislihaste (*m. rectus abdominis*, *m. transversus abdominis*, *m. internal ja external obliques*, *m. pectoralis major*, *mm. intercostales interni*) innervatsiooni häirumist või funktsiooni puudulikkust. Peale selle kaasneb seljaaju kaelaosa kahjustusega märgatav rinnakorvi liikuvuse piiratus, oluline köhimisvõime langus, vitaalkapatsiteedi (VC) ja forsseeritud ekspiratoorse sekundimahu langus. TSAK patsientidel esinevad muutused spiromeetria näitajates, viidates üldise kopsumahtuvuse vähenemisele. Hingamisorganite häirete tõttu vajavad TSAK patsiendid teatud juhtudel mehaanilist kopsude ventilatsiooni (Baydur et al., 2001).

TSAK patsientide respiratoorsüsteemi funktsioonihäirete eeldatavad põhjused on multifaktoriaalsed, kuid peamine patofüsioloogia on seotud närviteede kahjustusega, mis innerveerivad diafragmat, rindkere- ja kõhupiirkonda. On tõestatud, et mida kõrgemal ja ulatuslikum on seljaaju kahjustus ning mida vanem on patsient, seda suurem on tõenäosus hingamisfunktsiooni tüsistuse tekkeks. Samuti tõstavad hingamisorganite puudulikkuse riski ülekaalulisus, suitsetamine, kroonilise obstruktiivse kopsuhaiguse või astma olemasolu anamneesis (Kirshblum et al., 2011). Kopsufunktsiooni mõjutavad ka rindkere elastsuse näitajad - vähenenud lülisamba rinnaosa liikuvus, lülisamba anküloos ja küfoskolioos. Kuna TSAK patsientidel väheneb rindkere liikuvus ja kopsude ventilatsioon ning tekib rinnakorvi jäikus koos paradoksaalse hingamisega (rinnakorvi alumine osa laieneb sissehingamisel vähem kui ülemine, vahel toimub ka rinnakorvi alumise osa seinte nihkumine sissepoole), siis suureneb hingamisfunktsioonile kulutatav energia ja tekivad hingamisraskused (Baydur et al., 2001; Cardozo, 2007; Spungen et al., 2009). Lihaste paralüüsi ja rinnakorvi suurenenud jäikuse tulemusena väheneb VC tetrapareesiga patsientidel keskmisest normväärtusest 50-80% (Baydur et al., 2001).

Kopsufunktsiooni mõjutab ka kehahoid (Cardozo, 2007; Lin et al., 2006). TSAK patsientidele iseloomulik küfootiline kehahoid ja vaagna posterioorne kalle avaldavad negatiivset mõju kopsufunktsioonile, diafragmale ja teistele hingamislihastele ebaõigest kehahoiust tingitud mehaaniliste häirete tõttu (Triolo et al., 2009). Rühihäired võivad

põhjustada hingamislihaste lühenemist ja rindkere lihaste düsbalanssi, hingamisabilihaste ülevõi alakasutust, nende vähenenud lihasjõudu ja vastupidavust. Lin kaasautoritega (2006) tõestas, et küfootilise rühiga inimestel on oluliselt madalamad VC, forsseeritud ekspiratoorse sekundimahu ja maksimaalse ekspiratoorse voolu näitajad. On leitud, et pea anterioorse asendiga inimestel on oluliselt madalamad forsseeritud VC ja forsseeritud ekspiratoorse sekundimahu näitajad võrreldes nendega, kelle pea on külgvaates keha keskteljel (Han et al., 2016).

1.4. Terapeutilised harjutused rühi ja hingamisfunktsiooni parandamiseks TSAK patsientidel

Seljaaju kahjustusega patsientide taastusravi meetodite valik sõltub paljudest asjaoludest, milledest olulisemad on seljaaju vigastuse kõrgus ja ulatus, traumast tingitud komplikatsioonid ja kahjustuse järgne ajaperiood. Taastusravi on alati spetsiifiline ja individuaalne ning on kooskõlas patsiendi ja tema lähedaste ootuste ja eesmärkidega. Ka teraapias kasutatud terapeutiliste harjutuste valik on väga individuaalne ning sõltub patsiendi võimekusest, lahendust nõudvatest füsioterapeutilistest probleemidest ja teraapia eesmärkidest (Gómara-Toldrà et al., 2014). Käesolev magistritöö käsitleb rühi- ja hingamisharjutusi TSAK patsientide koduses teraapias.

Sisse- ja väljahingamislihaste jõu ja vastupidavuse suurendamiseks kasutatakse TSAK patsientide taastusravis hingamislihaste treeningut. Hingamislihaste funktsionaalsuse parandamiseks kasutatakse hingamisharjutusi diafragma, roietevaheliste ja hingamise abilihaste tugevdamiseks. Olulisel kohal on ka kõhulihaseid ja roietevahelisi lihaseid tugevdavad harjutused eesmärgiga parandada forsseeritud väljahingamist ning tõsta köhimise efektiivsust (Garrett et al., 2009). Mueller kaasautoritega (2013) leidis, et hingamislihaste treening parandas tetrapareesiga inimeste elukvaliteeti ja suurendas VC näitajat 15-30%. Töö autorid järeldasid, et hingamislihaste treening on tõhus meetod hingamisfunktsiooni parandamiseks. Obayashi kaasautoritega (2012) hindas hingamisharjutuste mõju tervete inimeste hingamisfunktsioonile ja rühile. Vaatlusalused pidid sooritama hingamisharjutusi 10 minutit nelja nädala jooksul, kolmel päeval nädalas. Uuringuga selgus, et vastava treeningu järgselt olid suurenenud nii forseeritud VC ja forseeritud ekspiratoorse sekundimahu näitajaid. Lisaks täheldati lülisamba rinnaküfoosi ja nimmelordoosi nurkade märkimisväärne vähenemine ning kehatüve painutajalihaste jõu ja rinnakorvi liikuvuse näitajate suurenemine.

Kopsude ja diafragma funktsiooni parandamise üks võimalus TSAK patsientidel on istumisrühi korrigeerimine. On tõestatud, et korrektne rüht suurendab tervete inimeste VC,

forseeritud ekspiratoorse sekundimahu näitajaid ja maksimaalsed ekspiratoorset voolu (Lin et al., 2006). Jang kaasautoritega (2015) uuris rindkere korrektsioonile suunatud treeningprogrammi mõju rühile, rinnakorvi liikuvusele ja hingamisfunktsioonile küfootilise rühiga naistel. Vaatlusalused osalesid spetsiaalses treeningprogrammis, mis hõlmas hingamismustri korrektsiooni, rindkere liikuvust ja rühti parandavaid harjutusi. Treeningprogrammi sooritati kaks korda nädalas, üks tund iga seansi kohta, kokku 8 nädalat. Treeningprogrammi järgselt registreeriti vaatlusalustel oluliselt väiksemad lülisamba rinnaküfoosi ja pea anterioorse asendi nurgad ning suuremad rindkere liikuvuse näitajad. Autorid järeldasid, et uuringus kasutatud harjutusprogramm on efektiivne küfootilise kehahoiu korrigeerimisel ning rindkere liikuvusulatuse suurendamisel.

1.5. FES kasutamine TSAK patsientide teraapias

Funktsionaalne elektrostimulatsioon (FES) on seade, mille abil saab halvatud lihastes esile kutsuda kontraktsiooni. Nahapinnale asetatud elektroodide kaudu on võimalik rakendada perifeersetele mootorsetele närvidele elektrivoolu (Audu et al., 2015; Milosevic et al., 2015). FES seadmega on võimalik fasiliteerida funktsioonipiiratusega lihaste tööd, toetada neuroplastilisust ning vältida kompensatoorsete istumisasendite kujunemist. FES kasutamise positiivsete mõjudena TSAK patsientide ravis on täheldatud lihasjõu kasvu, stimuleeritava piirkonna verevarustuse paranemist, lihasspasmide vähenemist, kardiovaskulaarse võimekuse (Hamid & Hayek, 2008; Nightingale et al., 2007) ning liigesliikuvuse ulatuse paranemist (Thrasher & Popovic, 2008).

Tetrapareesiga patsientidel on väga oluline kehatüve stabiliseerimine, mis võimaldab korrigeerida lülisamba biomehaanilist teljelisust, parandada hingamisfunktsiooni ja siirdumiste efektiivsust igapäevaelu tegevuste sooritamisel ning vähendada kukkumiskahju (Triolo et al., 2013). On tõestatud, et pidev kehatüve lihaste ko-kontraktsioon FES seadmega parandab istumistasakaalu ning seda läbi kehatüve stabiliseerimise ja teljelisuse korrigeerimise (Milosevic et al., 2015). Triolo kaasautoritega (2009) uuris FES mõju seljaaju kahjustusega 44-aastase meespatsiendi istumisrühile. Uuringus stimuleeriti implanteeritud elektroodide abil bilateraalselt *m.erector spinae*, *m.quadratus lumborum* ning *m.gluteus maximus*. Stimulatsiooni tulemusel vähenes vaatlusaluse pea anterioorne asend, küfootiline kehahoid ning vaagna posterioorne kalle, paranes forsseeritud väljahingatava õhu hulk ning VC ja suurenes istes ette küünitamise ulatus. Uuringu autorid järeldasid, et kehatüve lihaste FES mõjub positiivselt istumistasakaalule ning et vastavad muutused on tingitud vähenenud kehatüve jäikusest.

Hingamislihaste paralüüsi tingitud hingamispuudulikkusega TSAK patsientidel kasutatakse FES seadet abdominaalselt halvatud kõhulihaste aktiveerimiseks ning respiratoorfunktsiooni parandamiseks. On leitud, et kõhulihaste korduv stimulatsioon FES seadmega ehk abdominaalne FES treening suurendab kõhulihaste massi ja toonust ning toetada diafragma asendit efektiivse hingamisfunktsiooni tagamisel. Abdominaalse FES treeninguga on saavutatud märkmisväärne akuutne köha tippvoolu ja forsseeritud ekspiratoorse sekundimahu näitajate suurenemine (McBain et al., 2013). Märkmisväärselt suuremad VC, forsseeritud VC ja ekspiratoorse tippvoolu näitajad on samuti saavutatud abdominaalse neuromuskulaarse elektrostimulatsiooni järgselt (Cheng et al., 2006). McBain kaasautoritega (2013) uuris kuuenädalase köhimisfunktsiooni treeningu ja abdominaalse FES treeningu koosmõju köhimise efektiivsusele ning sekreedi eemaldamisele TSAK patsientidel. Autorid leidsid, et FES treening suurendab akuutselt köhimise mehaanilist väljundit TSAK patsientidel, parandades kõhulihaste jõudu, suurendades mao ja söögitoru rõhku ja ekspiratoorset tippvoolu.

Loetud kirjandusallikate põhjal järeldeb käesoleva töö autor, et teaduskirjanduses puudub teave TSAK patsientidele samaaegselt teostatud terapeutiliste harjutuste (TH) ja FES teraapia mõju kohta istumisrühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ning emotsionaalsele enesetundele. Mitmed uuringud (Adu et al., 2015; Triolo et al., 2009) käsitlevad TSAK patsientide teraapias implanteeritud elektrostimulatsiooni süsteeme. Eestis implanteeritud elektrostimulatsiooni süsteeme kasutusel pole, patsient saab kodutingimustes kasutada transkutaanset elektrilist stimulatsiooni. Teadusallikad kinnitavad, et FES seadme kasutamine on TSAK komplikatsioonide ravis põhjendatud, kuid täpsemad uuringud on vajalikud.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimistöö eesmärk on hinnata kodutingimustes teostatava FES teraapia ja TH koosmõju TSAK järgselt tetrapareesiga uuritavate rühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ning emotsionaalsele enesetundele.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Hinnata TSAK uuritavate rühti - pea anterioorset asendit ja rinnaküfoosi nurka enne ja pärast füsioterapeutilist sekkumist.
2. Hinnata TSAK uuritavate lülisamba kaela- ja rinnaosa ning rinnakorvi liikuvust enne ja pärast füsioterapeutilist sekkumist.
3. Hinnata TSAK uuritavate kopsude vitaalkapatsiteeti enne ja pärast füsioterapeutilist sekkumist.
4. Hinnata TSAK uuritavate emotsionaalset enesetunnet enne ja pärast füsioterapeutilist sekkumist.
5. Võrrelda funktsionaalseid näitajaid TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate vahel ning TSAK uuritavate ja tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimeste vahel.

Uurimistöö hüpotees

FES ja TH koosmõju rühi, lülisamba ja rinnakorvi liikuvuse, kopsufunktsiooni ja emotsionaalse enesetunde parameetritele on TSAK uuritavate füsioteraapias efektiivsem kui ainult TH mõju.

3. METOODIKA

3.1. Uuritavad

Käesolevas uuringus osales kaheksa traumaatilise seljaaju kaelaosa kahjustusega meespatsienti keskmise vanusega 40,3 aastat, kellel on diagnoositud tetraparees ning täielik või osaline seljaaju läbilõikesündroom (A, B või C raskusaste AIS järgi) ja kaheksa tervet meest. TSAK uuritavad jaotati kahte rühma, 4 inimest kummaski rühmas: 1) TSAK FES+TH rühma moodustasid neli meest, kelle teraapia sisaldas samal ajal teostatud terapeutilisi harjutusi ja FES teraapiat; 2) TSAK TH rühma moodustasid neli meest, kelle teraapia sisaldas ainult terapeutilisi harjutusi. Uuritavate rühmade antropomeetrilised näitajad ei erinenud statistiliselt oluliselt.

Rühmadesse jaotamine toimus juhuslikkuse alusel - iga teine uuritav suunati TSAK FES+TH rühma. Uuringusse kaasati SA Tartu Ülikooli Kliinikumi Närvikliinikusse pöördunud tetrapareesi diagnoosiga patsiendid, kelle sobivuse käesolevasse uuringusse kinnitas neurokirurgia professor Toomas Asser. Uuringutingimuste selgitamise eesmärgil võttis patsientidega ühendust doktorant Margot Bergmann.

Uuringusse kaasamise kriteeriumiteks olid traumaatilise seljaaju kaelaosa kahjustusega seotud tetrapareesi diagnoos, vanus 18-50 aastat, kahjustuse krooniline staadium. TSAK krooniliseks staadiumiks loetakse perioodi, mil seljaaju vigastusest on möödunud vähemalt 12 kuud, sest neuraalne taastumine saavutab nimetatud perioodiks teatud platoo. Lisaks on 12 kuud piisav aeg, et sooritada funktsionaalseid tegevusi väljakujunenud maksimaalse sooritusvõimega (Gao et al., 2015).

Uuringusse ei kaasatud inimesi, kellel esinesid FES treeninguga seotud vastunäidustused nagu südame rütmihäired, südamestimulaator, onkoloogiline haigus, epilepsia, lahtised haavad või metallimplantaat FES seadmega stimuleeritavas piirkonnas või selle läheduses, äge haigestumine, palavik, elektrostimulatsiooni talumatus. Samuti arvati uuringust välja inimesed, kellel oli diagnoositud psühhiaatriline haigus või muu terviserike, mis võinuks mõjutada uuringutulemusi. Ka patsiente, kes uuringu perioodil said taastusravi teistes rehabilitatsiooniteenust osutavates asutustes ei kaasatud uuringusse.

Käesoleva uurimistöö referentsrühma moodustasid 8 Tartu Ülikooli üliõpilast ja töötajat vanuses 25-48 eluaastat, kelle tööviis on passiivne ja kes ei võta osa regulaarsetest treeningtegevustest. Kehaliselt mitteaktiivsete referentsrühma uuritavate funktsionaalsed näitajad on paremini võrreldavad passiivse eluviisiga TSAK patsientide vastavate näitajatega. Kõikide uuringurühmade uuritavate antropomeetrilised näitajad, patsientide TSAK raskusaste ja kahjustusest möödunud aeg on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Uuritavate antropomeetrilised näitajad, TSAK raskusaste ja kahjustusest möödunud aeg (keskmine \pm SE)

Parameetrid	TSAK FES+TH rühm	TSAK TH rühm	Referentsrühm
Vanus (a)	39,0 \pm 4,0	41,5 \pm 1,3	36,3 \pm 3,3
Kehakaal (kg)	80,7 \pm 13,3	80,6 \pm 13,4	79,6 \pm 3,3
Pikkus (cm)	185,3 \pm 3,7	180,0 \pm 3,3	183,8 \pm 2,1
Kehamassiindeks (kg·m ⁻²)	23,8 \pm 4,4	24,8 \pm 3,9	23,6 \pm 0,8
Sugu	4M	4M	8M
Kahjustusest möödunud aeg (a)	10,3 \pm 3,4	12,5 \pm 2,7	X
AIS (raskusaste)	A,A,B,B	A,B,B,C	X

TSAK-traumaatiline seljaaju kahjustus; FES- funktsionaalne elektrostimulatsioon, TH- terapeutilised harjutused; AIS- ASIA Impairment Scale

Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomiteega. Eetikakomitee loa nr: 263/T-4, 17.10.2016.

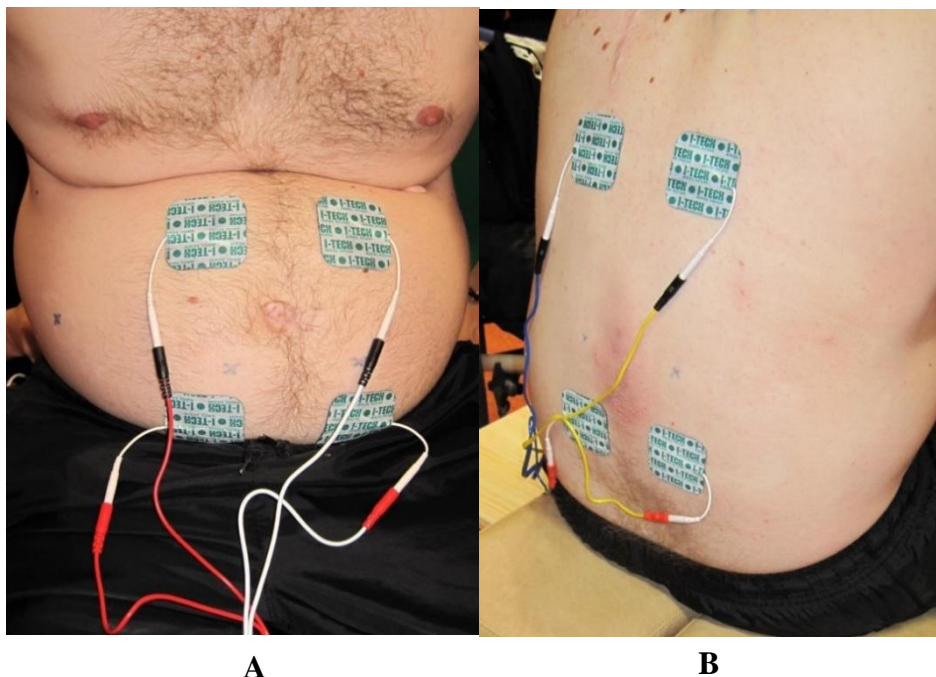
3.2. Teraapia

Kõikide TSAK uuritavatega teostati kuue nädala jooksul 12 füsioteraapia protseduuri kestusega kuni 60 minutit, kaks teraapiat nädalas.

TSAK TH uuritavate teraapia sisaldas terapeutilisi harjutusi. Teraapias kasutati kaheksa erinevat harjutust rühi korrigeerimise, lülisamba ja ülajäsemete liigete liikuvuse parandamise, kehatüve ja ülajäsemete lihaste tugevdamise ning istumistasakaalu parandamise eesmärgil (Lisa 1). Uuritavaid juhendati harjutuste ajal korrektselt hingama. Esimese kuue teraapia jooksul sooritati kõiki harjutusi 12 korda, 3 seeriat 1-minutilise puhkepausiga seeriade vahel. Järgmise kuue teraapia jooksul sooritati iga harjutust neli seeriat, 12 kordust seerias.

TSAK FES+TH uuritavate teraapias kasutati lisas 1 väljatoodud terapeutilisi harjutusi ja bilateraalset *m.erector spinae* ja *m.rectus abdominis* elektrilist stimulatsiooni FES seadmega (*T-One Rehab, I-tech Medical Division, Italy*). Nimetatud lihastele asetati iseliimuvad elektrodid (5x5cm), mille kaudu toimus transkutaanne elektrostimulatsioon. Elektrodide paigutus selja- ja kõhulihastel on toodud joonisel 1. Stimulatsiooniks kasutati nelinurkset bifaasilist, pulseerivat voolu. Tulenevalt kasutatavast seadmest, oli pulsi kestvus 275 μ s. Lihaste stimulatsiooni intensiivsus määrati järk-järgult, vooluamplituudi 1 mA võrra suurendades. Stimulatsiooni intensiivsust suurendati seni, kuni saavutati tugev palpeeritav ja visuaalne lihaskontraktsioon, kuid mis ei põhjustanud valuaistingut. Et säilitada kehatüve korrektset teljelisust kontraktsiooni tekkel, olid elektrostimulatsiooni parameetrid

stimuleeritavatel lihastel bilateraalselt samad. Harjutusi sooritades stimuleeriti üheaegselt kehatüve sirutaja- ja painutajalihasid, et tekiks ko-kontraktsioon abdominaalse ja spinaalse lihasrühma vahel kehatüve stabiliseerimiseks.



Joonis 1. Elektroodide paigutus: *m. rectus abdominis* (A) ja *m. erector spinae* (B).

FES programm algas soojendusega, mille kestus oli 5 minutit, pulsi sagedus 3 Hz. Esimese kuue teraapia jooksul kasutati teraapias FES seadme programmi *NEMS 30' Resistance*, mis kestis 30 minutit ning milles pulsi sagedus varieerus 2-18 Hz vahel. Kolmekümne minuti jooksul sooritasid TSAK FES+TH uuritavad samu TH (8 harjutust, 3 seeriat, 12 kordust seerias), nagu TSAK TH uuritavad. FES programm lõppes 5-minutilise taastumisega, esimese 6. teraapia FES protokoll on väljatoodud joonisel 2. Järgmise kuue teraapia jooksul kasutati 40-minutilist programmi *NEMS Resistance*, millele samuti eelnes viis minutit soojendust ning järgnes viis minutit taastumist. Uuritavad sooritasid neli seeriat iga harjutuse puhul.

Soojendus	Treeningu faas							Taastumine
3 Hz	8 Hz	2 Hz	18 Hz	8 Hz	2 Hz	18 Hz	...	3 Hz
5 min	18 sek	2 sek	10 sek	18 sek	2 sek	10 sek	...	5 min

}
30 min

Joonis 2. Funktsionaalse elektrostimulatsiooni protokoll esimese 6 teraapia jooksul.

3.3. Uurimismeetodid

3.3.1. Antropomeetrilised mõõtmised

TSAK uuritavate kehapikkust mõõdeti seliliasendis metallist antropomeetriga (täpsusega 1 mm), kehamassi mõõdeti kraana kaaluga (täpsusega 0,1 kg). Referentsrühma uuritavate kehapikkust mõõdeti seismisasendis metallist antropomeetriga (täpsusega 1 mm) ning kehamassi elektroonilise kaaluga (täpsusega 0,1 kg). Nende näitajate alusel arvutati kehamassiindeks (KMI) valemiga: $\text{kehamass}(\text{kg})/\text{pikkus}(\text{m}^2)$.

3.3.2. Rühi hindamine

Pea anterioorse asendi objektiivseks hindamiseks kasutati lülisamba kaelaosa liikuvuse hindamise (*Cervical range of motion* ehk CROM, *Performance Attainment Associates, USA*) gravitatsioonigoniomeetriga kaasnevat joonlauda ja jalust (*CROM instrument Deluxe' head forward unit*) (täpsusega 0,1 cm) (joonis 3). Uuritav istus (ratas)toolil küljega uurija poole oma tavapärasest istumisasendis, jalatallad toetatud põrandale või ratastooli jalatugedele, nurk puusa- ja põlveliigesest 90°, pilk suunatud ette. Füsioterapeut asetas goniomeetri patsiendile pähe. Pea anterioorse asendi mõõtmiseks mõeldud jalus asetati 7. kaelalüli ogajätkele, mille järgselt uurija registreeris pea anterioorse asendi näidu sentimeetrites.



Joonis 3. Pea anterioorse asendi mõõtmine.

Lülisamba rinnaküfoosi nurga mõõtmiseks kasutati digitaalset goniomeetrilist süsteemi *Acumar™ Digital Inclinator* (*Laffayette Instrument Company, USA*, versioon 5,0). Uuritav istus (ratas)toolil küljega uurija poole oma tavapärasest istumisasendis, selg ei toetu seljatoele, jalatallad toetatud põrandale või ratastooli jalatugedele, nurk puusa- ja põlveliigesest 90°, pilk

suunatud ette. Inklinomeetri mõõteseade asetati uuritava lülisamba 1. rinnaüli ogajätkele, kaasseade 12. rinnaüli ogajätkele. Lülisamba rinnaosa küüfoosinurk registreeriti inklinomeetri mõõteseadme ekraanil (Sangtarash et al., 2014).

3.3.3. Lülisamba ja rinnaõrvi liikuvuse hindamine

Käesolevas uurimistöös kasutati lülisamba kaelaosa liikuvuse määramiseks gravitatsioonigonioomeetrit CROM (*Performance Attainment Associates, USA*) (täpsusega 1°). Mõõtmise ajal istus uuritav (ratas)toolil võimalikult sirge seljaga, jalatallad toetatud põrandale või ratastooli jalatugedele, nurk puusa- ja põlveliigesest 90°.

Lülisamba kaelaosa liikuvus määrati kaela fleksioonil, ekstensioonil, lateraalfleksioonil ning rotatsioonil paremale ja vasakule. Füsioterapeut aetas gonioomeetri patsiendile pähe. Kaela fleksiooni määramiseks sooritas uuritav kaela maksimaalse fleksiooni. Töö autor fikseeris tulemuse, mille järgselt viis uuritav pea tagasi lähteasendisse. Sama põhimõtte järgi mõõdeti ka kaela ekstensiooni ja lateraalfleksiooni paremale ja vasakule ulatust. Kaela rotatsiooni määramisel pandi uuritava kaela magnetiga raskusmansett, mille järgselt sooritas uuritav kaela rotatsiooni paremale ja vasakule ning töö autor fikseeris näitajaid (Fletcher & Bandy, 2008). Kõiki kaela liikuvussuundi hinnati kolm korda, andmete analüüsil kasutati suurimat näitajat (Putt et al., 2008).

Lülisamba rinnaosa liikuvuse määramiseks kasutati gonioomeetrit *Acumar™ Digital Inclinometer (Lafayette Instrument Company)* (täpsusega 1°). Mõõtmise ajal istus uuritav (ratas)toolil oma tavapärasel istumisasendis, jalatallad toetatud põrandale või ratastooli jalatugedele, nurk puusa- ja põlveliigesest 90°. Kõiki mõõtmisi korraldi 3 korda, tulemuste analüüsis kasutati neist parimat tulemust.

Lülisamba rinnaosa liikuvus määrati fleksioonil, ekstensioonil ning lateraalfleksioonil paremale ja vasakule. Lülisamba rinnaosa sagitaaltasapinnas toimuva liikuvuse hindamiseks istus uuritav küljega uuriõa poole. Inklinomeetri näit nulliti, kui see oli asetatud vastavalt 1. rinnaüli ogajätkele ja 12. rinnaüli ogajätkele. Seejärel paluti uuritaval sooritada kehatüve fleksioon, ning jälgiti, et ettepainutus toimuks lülisambast mitte puusaliigestest. Inklinomeetri näit fikseeriti uuritava maksimaalses ettepainutusasendis. Lülisamba rinnaosa ekstensioon mõõdeti sama põhimõtte järgi.

Lülisamba lateraalfleksiooni hindamisel istus uuritav seljaga uuriõa poole. Inklinomeetri mõõteseade asetati 1. rinnaüli ogajätkele ja kaasseade 12. rinnaüli ogajätkele suunaga lateraalsele. Lülisamba frontaalteljelises neutraalasendis inklinomeetri näit nulliti. Uuritaval

paluti sooritada lateraalfleksioon nii paremale kui vasakule, vältides kehative külgteljelt anterioorsele vajumist. Lõppasendis fikseeriti inklinomeetri näit (Sangtarash et al., 2014).

Käesolevas uuringus hinnati uuritava rinnakorvi liikuvus mõõdulindi meetodil. Uuritaval paluti istuda, käed all. Uurija mõõtis uuritava rindkere übermõõdu maksimaalsel sissehingamisel 10. rinnalüli kõrgusel, seejärel maksimaalsel väljahingamisel ning leidis mõõtude vahe täpsusega 0,1 cm. Mõõtmist korrati kolm korda, andmete analüüsil kasutati suurimat näitajat.

3.3.4. Kopsufunktsiooni hindamine

Uuritavate kopsufunktsiooni hindamiseks kasutati spiromeetrit PROPPER *Portable Compact Spirometer* (Propper Manufacturing Co, USA) (täpsusega 0,1 l). Spiromeeter kalibreeriti enne uuringu algust ning mõõtmistel kasutati *American Thoracic Society* poolt loodud kopsufunktsiooni hindamise standardeid (Miller et al., 2005). Spiromeetriga registreeriti puhkeoleku VC liitrites. VC on mahtude muutus maksimaalse sissehingamise ja maksimaalse väljahingamise vahel (Miller et al., 2005). VC on näitaja, mis määratakse TSAK patsientide üldise kopsufunktsiooni hindamisel, olles väga heas korrelatiivses seoses teiste hingamisfunktsiooni testidega (Roth et al., 1995).

Enne hingamisfunktsiooni näitajate mõõtmist selgitati uuritavale hindamise põhimõtted. Puhkeoleku VC mõõtmise ajal istus uuritav toolil, tema ninale oli asetatud ninaklamber. Uuritav sooritas maksimaalse sissehingamise, mille järgselt aetas (vajadusel uurija abiga) spiromeetri huuliku suhu, haarates sellest huultega ümber ning teostas maksimaalse väljahingamise rahulikus tempos. Uurija registreeris näidu spiromeetril. Kokku paluti uuritaval sooritada 3 katset üheminutilise puhkepausiga katsete vahel, andmete analüüsil kasutati parimat tulemust.

3.3.5. Emotsionaalse enesetunde küsimustik

Uuritavate emotsionaalset enesetunnet hinnati valideeritud emotsionaalse enesetunde küsimustiku teise versiooniga (EEK-2) (Lisa 2). EEK-2 on eestikeelne subjektiivse enesehinnangu skaala depressiooni ja ärevusega kaasnevate sümptomite hindamiseks ja jälgimiseks, mis on välja töötatud Tartu Ülikooli Psühhiaatriakliinikus (Aluoja et al., 1999). Küsimustik sisaldab 28 väidet ning 6 alaskaalat depressiooni, üldise ärevuse, agorafobia ja paanika, sotsiaalfobia, väsimuse (asteenia) ja unehäirete hindamiseks. EEK-2 mõõdab sümptomite esinemist nelja nädala jooksul. Igale küsimusele saab vastata 5-palli skaalal: 0 - üldse mitte, 1 - harva, 2 - mõnikord, 3 - sageli, 4 - pidevalt. Skaala koondtulemus mõõdab

summaarset emotsionaalset häiritust, mida suurem tulemus, seda tõenäolisem on emotsionaalsete probleemide esinemine.

Uuritavad täitsid emotsionaalse enesetunde küsimustiku enne ja pärast sekkumist. Referentsrühma uuritavad täitsid küsimustiku ühekordselt.

3.4. Uuringu korraldus

Käesolev magistritöö on osa uuringust “Funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste mõju skeetilihaste funktsionaalsetele omadustele, istumistasakaalule, kopsufunktsioonile ja elukvaliteedile traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientidel”. Töö autori ülesanded kõnesoleva projekti raames on uuritavate rühi, lülismba ja rinnakorvi liikuvuse, kopsufunktsiooni ja emotsionaalse enesetunde hindamine, teraapia planeerimine, teraapia läbiviimine, andmete analüüs.

TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate hindamine toimus nende kodudes. Uuritavate andmed registreeriti uuringu käigus kahel korral: enne esimest ja pärast 12. füsioterapeutilist sekkumist. Orienteeruvalt kestis ühe TSAK patsiendi hindamine 40-60 minutit. TSAK uuritavate antropomeetriliste andmete kogumine toimus ühekordselt Tartu Ülikooli Sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi ruumides, aadressil Ravila 14a, Tartu, ning kestis keskmiselt 10-15 minutit.

TSAK uuritavate teraapiat kestvusega kuni 60 minutit teostati kaks korda nädalas, kusjuures kahe teraapia vahel oli vähemalt üks puhkepäev. Kokku teostati 12 teraapiat kuue nädala jooksul. Kõik teraapiad toimusid uuritavate kodudes, uurimistöö teostaja järelevale all. Nii hindamise (välja arvatud antropomeetriliste andmete mõõtmine) kui teraapia jooksul istusid uuritavad enda ratastoolides; kõikides istumisasendites sooritatud hindamistel oli TSAK patsientidel lubatud toetuda kätega reitele või käetugedele, et vältida istumistasakaalu kaotust.

Referentsrühmaga toestati funktsionaalne hindamine Tartu Ülikooli Sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi ruumides, aadressil Ravila 14a, Tartu, ühekordselt.

Uuringu kava oli järgmine:

1. Uuritavatele tutvustati uuringu eesmärgi ja korraldust ning allkirjastati uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm.
2. Teostati uuritavate antropomeetrilised mõõtmised (TSAK uuritavate antropomeetrilised mõõtmised teostati teistest, käesolevas uurimustöös kirjeldatud hindamistest eraldi päeval).
3. Täideti Emotsionaalse enesetunde küsimustik.

Mõõdeti:

4. pea anterioorne asend,
5. rinnaküfoosi nurk,
6. lülisamba kaelaosa liikuvus kõigis kuues liikuvuse suunas,
7. lülisamba rinnaosa liikuvus,
8. rinnakorvi liikuvus,
9. puhkeoleku VC.

3.5. Statistiline andmetöötlus

Uuringuandmete analüüsimisel kasutati andmetöötlusprogrammi *MS Excel 2010* ja *SPSS* (versioon 20, *IBM Corporation, NY, USA*). Kõigi tunnuste osas määrati aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardviga (*standard error* - SE). Andmete kattuvust normaaljaotusega kontrolliti Shapiro-Wilk testiga. Aritmeetiliste keskmiste erinevuse olulisuse hindamiseks kasutati Student t-testi ja mitteparameetriliste või normaaljaotuvusele mittevastavate andmete analüüsil Mann-Whitney U testi. Tulemuste omavahelist muutust väljendati protsentides ($p\% = (B-A)/B * 100\%$). Tulemused loeti statistiliselt oluliseks, kui $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1. Rüht

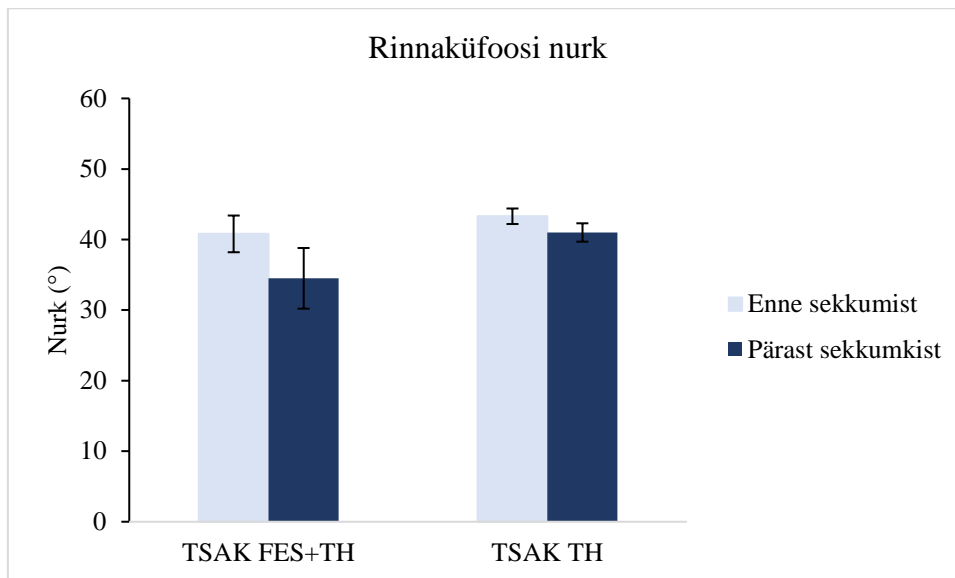
TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate pea anetrioorsest asendit iseloomustav näitaja ei erinenud statistiliselt oluliselt ei enne ega pärast sekkumist. Vaatamata sellele, et nii TSAK FES+TH kui TSAK TH uuritavate pea anterioorsest asendit iseloomustav näitaja oli sekkumise järgselt väiksem, ei olnud vastav muutus statistiliselt oluline ($p>0,05$) (tabel 2). TSAK FES+TH uuritavate pea anterioorsest asendit iseloomustav näitaja vähenes sekkumise järgselt 7%, TSAK TH uuritavatel 11%.

Tabel 2. Pea anterioorsest asendit iseloomustav näitaja (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel ja terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel.

Rühm	N	Enne sekkumist (cm)	Pärast sekkumist (cm)
TSAK FES+TH	4	22,3 \pm 1,1	20,8 \pm 1,3
TSAK TH	4	22,5 \pm 1,5	20,1 \pm 0,8

TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus

TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate rinnaküfoosi nurk ei erinenud sekkumise järgselt statistiliselt oluliselt sekkumise eelsetest näitajatest, kuigi sekkumise järgselt esines tendents rinnaküfoosi nurga vähenemisele (joonis 4). Rinnaküfoosi nurk ei erinenud kahe uuringurühma vahel statistiliselt oluliselt ei enne ega pärast sekkumist; tulemused vastavalt TSAK FES+TH uuritavatel 40,8 \pm 2,6° (enne sekkumist), 34,5 \pm 4,3° (pärast sekkumist) ning TSAK TH uuritavatel 43,4 \pm 1,1° (enne sekkumist), 41,0 \pm 1,3° (pärast sekkumist). Rinnaküfoosi nurk vähenes sekkumise järgselt TSAK FES+TH uuritavatel 15% ning TSAK TH uuritavatel 5%.

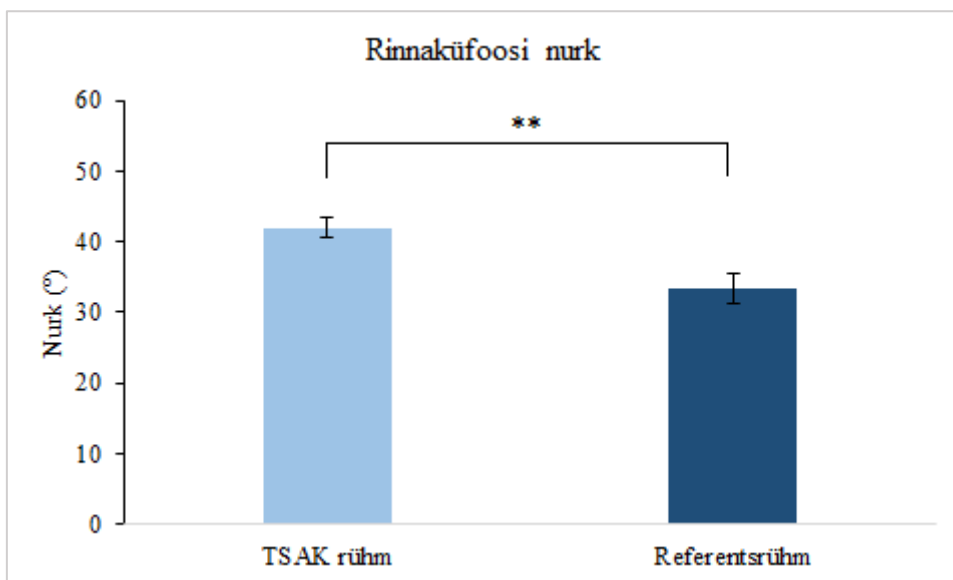


Joonis 4. Rinnaküfoosi nurk (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel ja terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel. TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus.

TSAK uuritavate pea anterioorse asendit iseloomustav näitaja ei olnud statistiliselt suurem võrreldes referentsrühma pea anterioorse asendi näitajaga (tabel 3). TSAK uuritavate rinnaküfoosi nurk oli statistiliselt suurem võrreldes referentsrühma küfoosi nurgaga ($p < 0,01$) (joonis 5).

Tabel 3. Pea anterioorse asendit iseloomustav näitaja (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel.

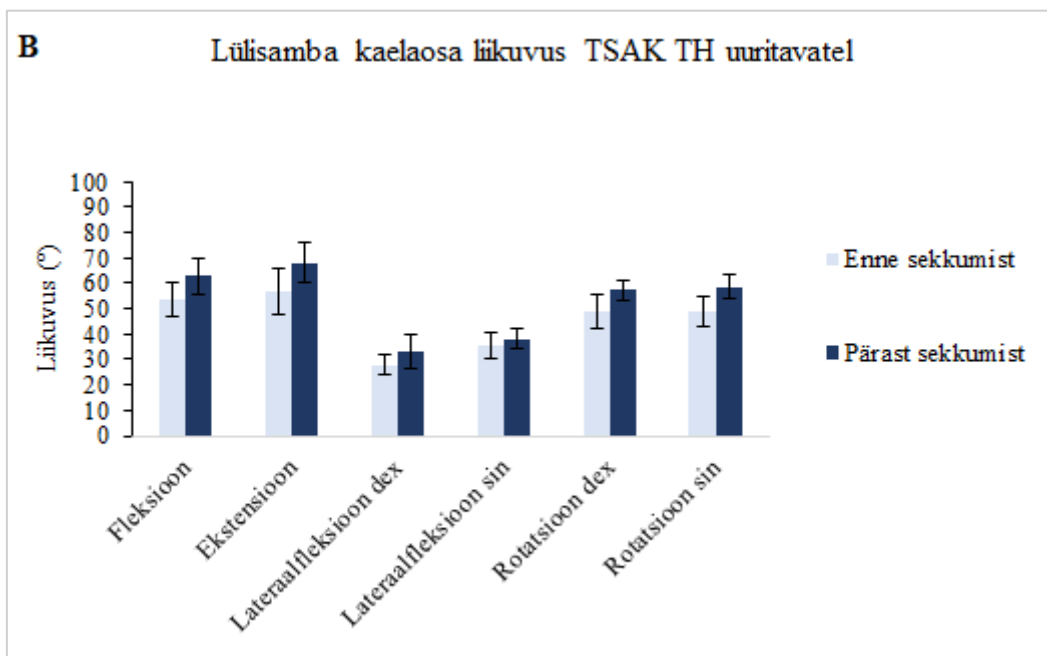
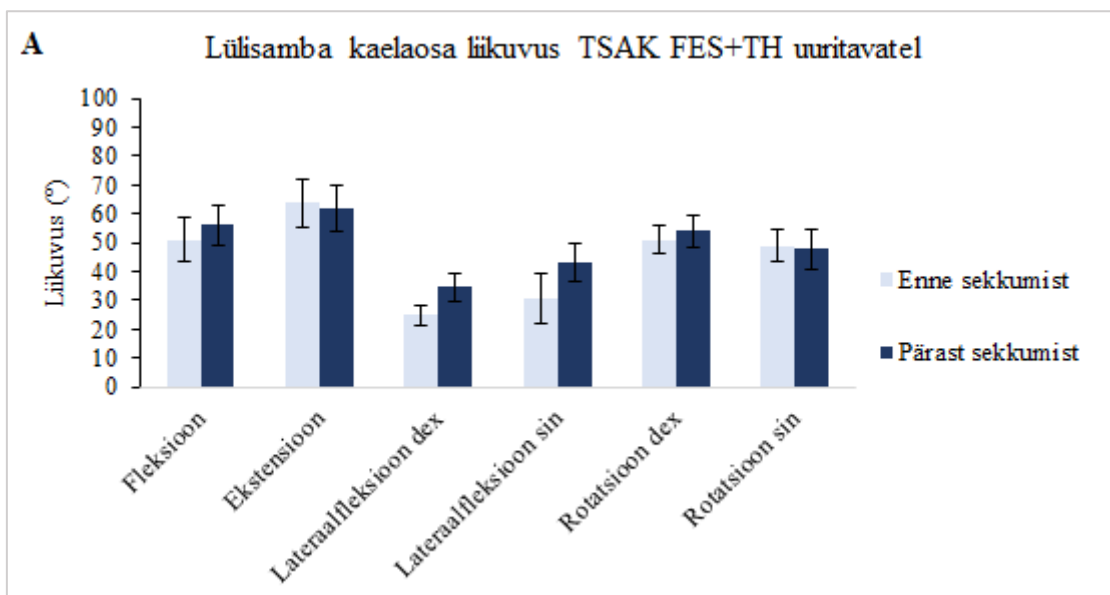
Rühm	n	Pea anterioorne asend (cm)
TSAK rühm	8	22,4 \pm 0,9
Referentsrühm	8	21,2 \pm 0,5



Joonis 5. Rinnaküfoosi nurk (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel. ** $p < 0,01$

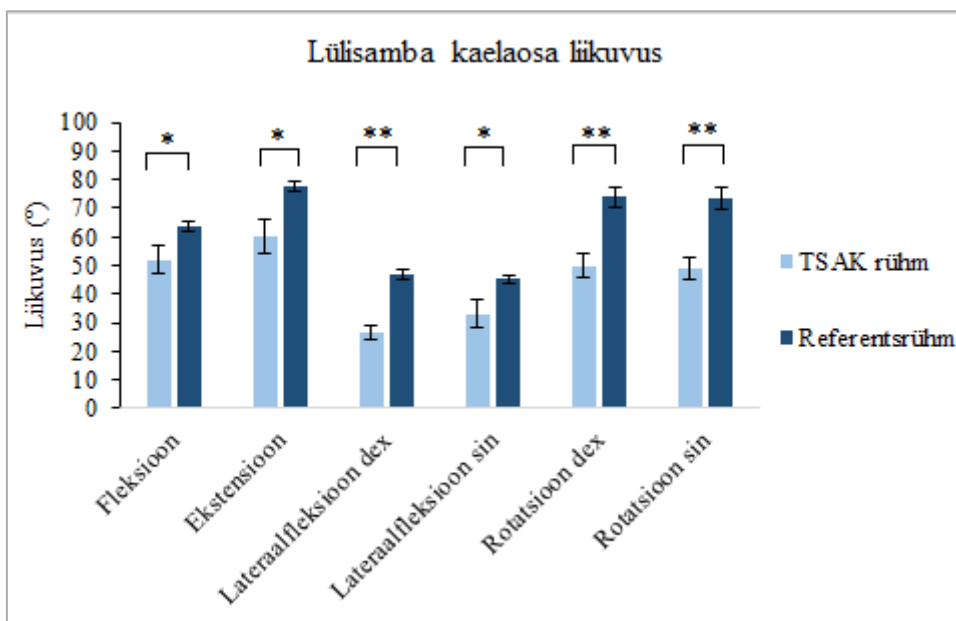
4.2. Lülisamba kaela- ja rinnaosa liikuvus, rinnakorvi liikuvus

Lülisamba kaelaosa liikuvuse näitajad ei erinenud kahe uuringurühma vahel statistiliselt oluliselt ei enne ega pärast sekkumist. TSAK FES+TH rühma (joonis 6A) ja TSAK TH rühma (joonis 6B) lülisamba kaelaosa ekstensioon-, fleksioon-, lateraalfleksioon- ning rotatsioonliikuvused paremale ja vasakule ei erinenud teraapia järgselt statistiliselt oluliselt teraapia eelsetest näitajatest. TSAK FES+TH uuritavate lülisamba kaelaosa fleksioon suurenes 10%, lateraalfleksioon paremale 39%, lateraalfleksioon vasakule 41% ning rotatsioon paremale 6%, kuid lülisamba kaelaosa ekstensiooni ja rotatsiooni liikuvus vasakule vähenes vastavalt 3% ja 2%. TSAK TH uuritavate lülisamba kaelaosa liikuvus oli teraapia järgselt suurem võrreldes teraapia eelsete näitajatega, kuid mitte statistiliselt oluliselt ($p > 0,05$). Selles rühmas suurenes lülisamba kaelaosa fleksioon 18%, ekstensioon 20%, lateraalfleksioon paremale 19%, lateraalfleksioon vasakule 8%, rotatsioon paremale 17% ning rotatsioon vasakule 21%.



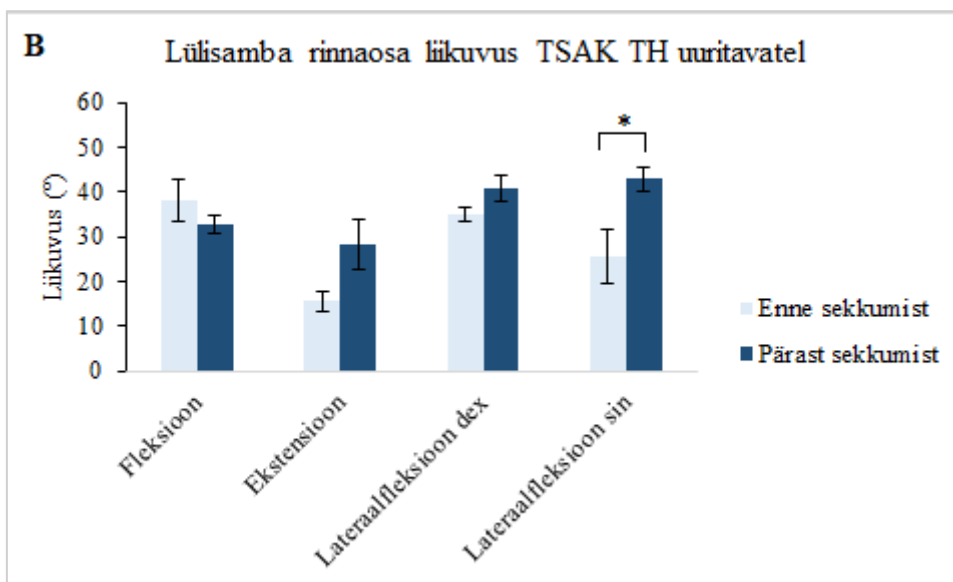
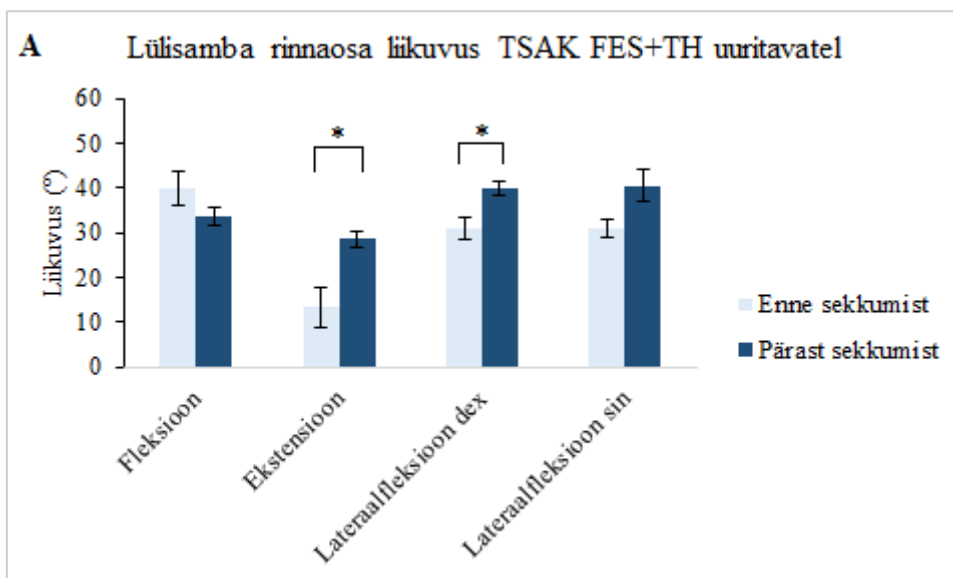
Joonis 6. Lülisamba kaelaosa liikuvus (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel (joonis 6A) ja terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel (joonis 6B). TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus.

Referentsrühma uuritavate lülisamba kaelaosa liikuvus oli statistiliselt oluliselt suurem võrreldes TSAK rühmaga nii fleksioonil ($p < 0,05$), ekstensioonil ($p < 0,05$), lateraalfleksioonil paremale ($p < 0,01$) ja vasakule ($p < 0,05$) ning rotatsioonil paremale ($p < 0,01$) ja vasakule ($p < 0,01$) (joonis 7).



Joonis 7. Lüisamba kaelaosa liikuvus (keskmine ± SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel. * $p<0,05$; ** $p<0,01$

TSAK FES+TH uuritavate lüisamba rinnaosa ekstensioon- ja lateraalfleksioonliikuvus paremale oli sekkumise järgselt statistiliselt oluliselt suurem ($p<0,05$) kui enne sekkumist (joonis 8A). Vaatamata sellele, et lüisamba rinnaosa fleksioonliikuvus oli teraapia järgselt 15% väiksem ning lateraalfleksioon vasakule 31% suurem, ei olnud vastavad muutused statistiliselt olulised. TSAK TH uuritavate lüisamba rinnaosa liikuvus lateraalfleksioonil vasakule oli teraapia järgselt oluliselt suurem ($p<0,05$) võrreldes teraapia eelse näitajaga (joonis 8B). Ka selles rühmas tekkis sekkumise järgselt lüisamba rinnaosa fleksiooni langus (-14%). Lüisamba ekstensioon- ja lateraalfleksioonliikuvus paremale oli küll teraapia järgselt suurem, vastavalt 82 ja 17%, kuid mitte statistiliselt oluliselt. Kahe uuringurühma uuritavate lüisamba rinnaosa liikuvus ei erinenud enne ega pärast sekkumist märkimisväärselt.



Joonis 8. Lülisamba rinnaosa liikuvus (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel (joonis 8A) ja terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel (joonis 8B). TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus. * $p < 0,05$

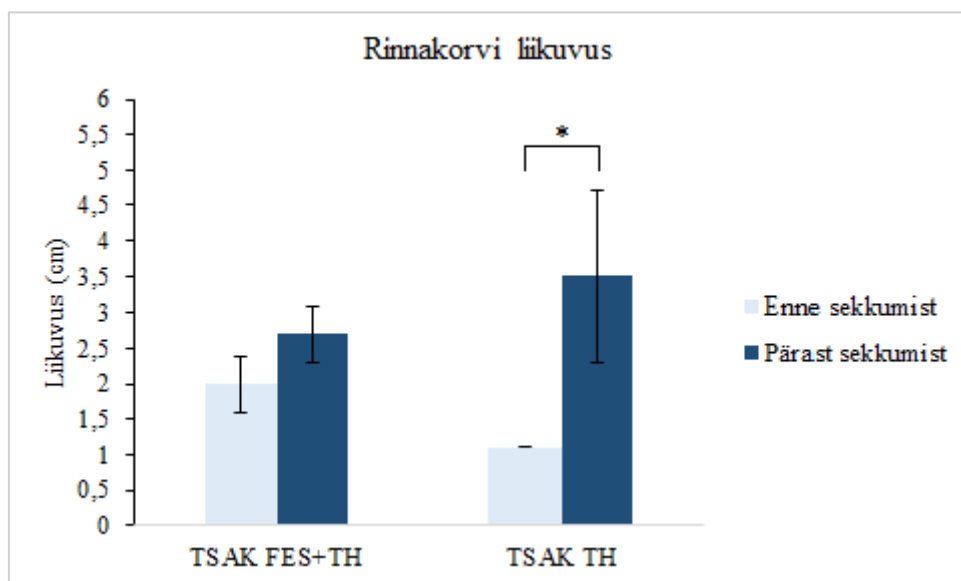
Referentsrühma uuritavate lülisamba rinnaosa liikuvus ekstensioonil oli oluliselt suurem kui TSAK rühma sama näitaja ($p < 0,01$) (tabel 4). Lülisamba rinnaosa fleksioon oli TSAK uuritavatel suurem (10%), kuigi näitajate erinevus ei olnud statistiliselt oluline. Vaatamata sellele, et referentsrühma uuritavate lateraalfleksioon paremale ja vasakule oli suurem võrreldes TSAK rühma uuritavate samade näitajatega, vastavalt 15% ja 23%, ei olnud erinevused statistiliselt olulised ($p > 0,05$).

Tabel 4. Lülisamba rinnaosa liikuvus (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel.

Rühm	N	Fleksioon (°)	Ekstensioon (°)	Lateraalfleksioon dex (°)	Lateraalfleksioon sin (°)
TSAK rühm	8	38,9 \pm 2,8	14,4 \pm 2,4**	32,9 \pm 1,5	28,3 \pm 3,2
Referentsrühm	8	35,3 \pm 2,6	33,0 \pm 1,6	38,5 \pm 4,1	36,9 \pm 3,2

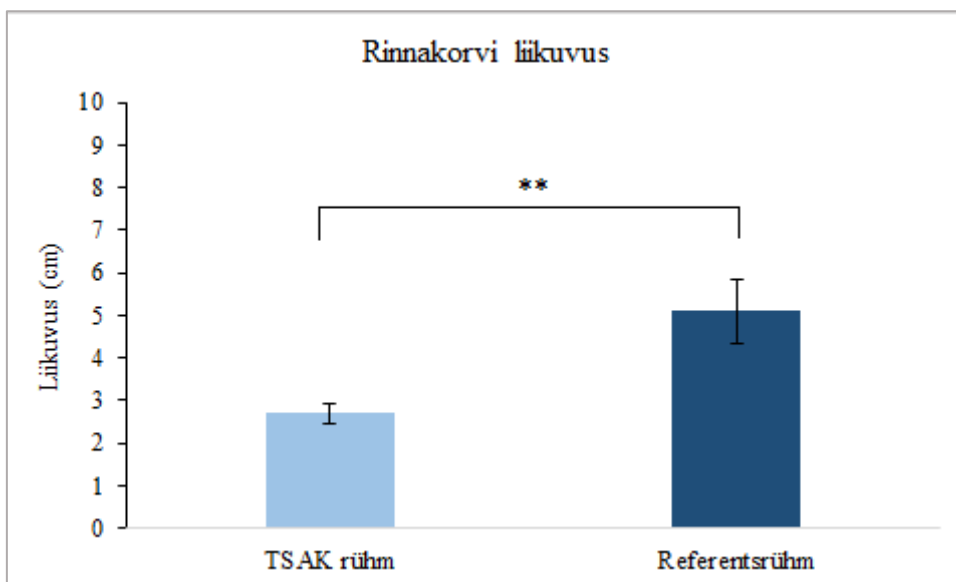
** p<0,01

Rinnakorvi liikuvus ei erinenud statistiliselt oluliselt TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate vahel ei enne ega pärast sekkumist; tulemused vastavalt TSAK FES+TH uuritavatel 2,0 \pm 0,4 cm (enne sekkumist), 2,7 \pm 0,4 cm (pärast sekkumist) ning TSAK TH uuritavatel 1,1 \pm 0,0 cm (enne sekkumist), 3,5 \pm 1,2 cm (pärast sekkumist) (joonis 9). Mõlema rühma uuritavate rinnakorvi liikuvus oli pärast teraapiat suurem võrreldes teraapia eelsete näitajatega, kuid statistiliselt oluliselt (p<0,05) suurenes rinnakorvi liikuvus vaid TSAK TH uuritavatel-214%. TSAK FES+TH uuritavate rinnakorvi liikuvus suurenes 40%.



Joonis 9. Rinnakorvi liikuvus (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel ja terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel. TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus. *p<0,05

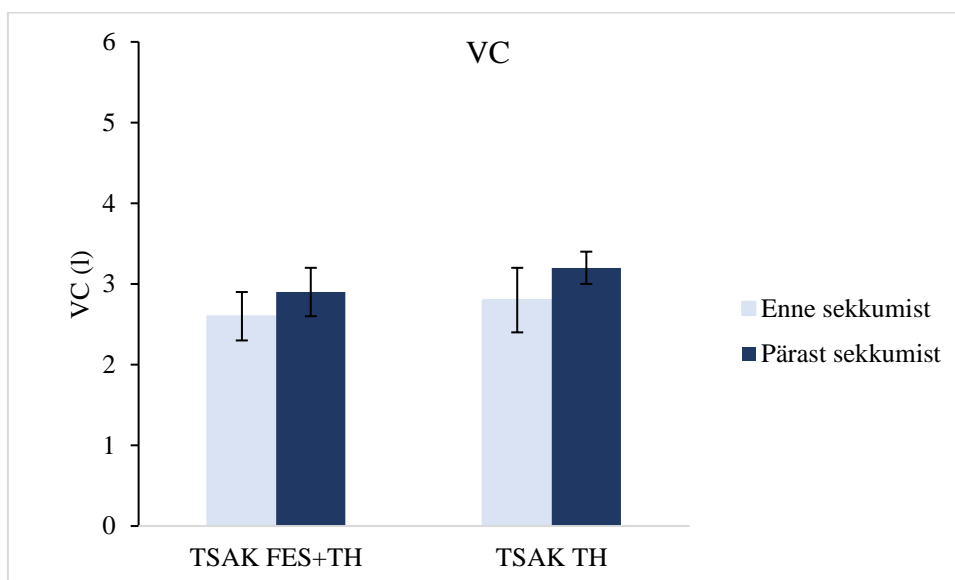
Referentsrühma uuritavate rinnakorvi liikuvus oli statistiliselt oluliselt suurem võrreldes TSAK rühma sama nätajaga (p<0,01) (joonis 10). Referentsrühma rinnakorvi liikuvus oli 6,8 \pm 0,7 cm, TSAK rühma uuritavate rinnakorvi liikuvus oli 1,5 \pm 0,2 cm. Referentsrühma keskmine rinnakorvi liikuvus oli 78% suurem kui TSAK rühma sama näitaja.



Joonis 10. Rinnakorvi liikuvus (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel. ** $p < 0,01$

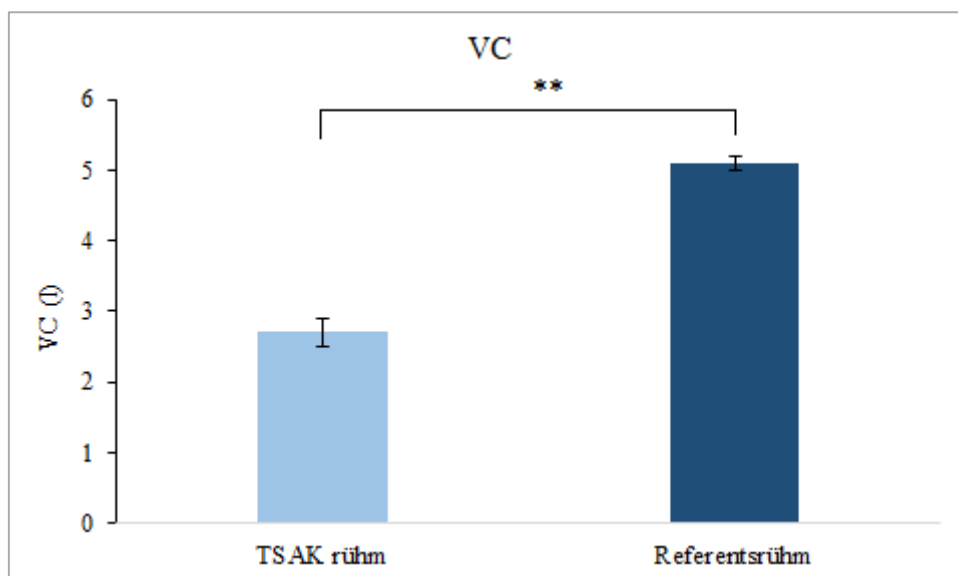
4.3. Kopsufunktsioon

Puhkeoleku VC ei erinenud statistiliselt oluliselt TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate vahel ei enne ega pärast sekkumist. Vaatamata sellele, et nii TSAK FES+TH uuritavate kui TSAK TH uuritavate VC oli sekkumise järgselt suurem (vastavalt 11% ja 16%), ei olnud vastav muutus statistiliselt oluline ($p > 0,05$) (joonis 11).



Joonis 11. Puhkeoleku vitaalkapatsiteet (VC) (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel ning terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel. TSAK- traumaatiline seljaaju kahjustus.

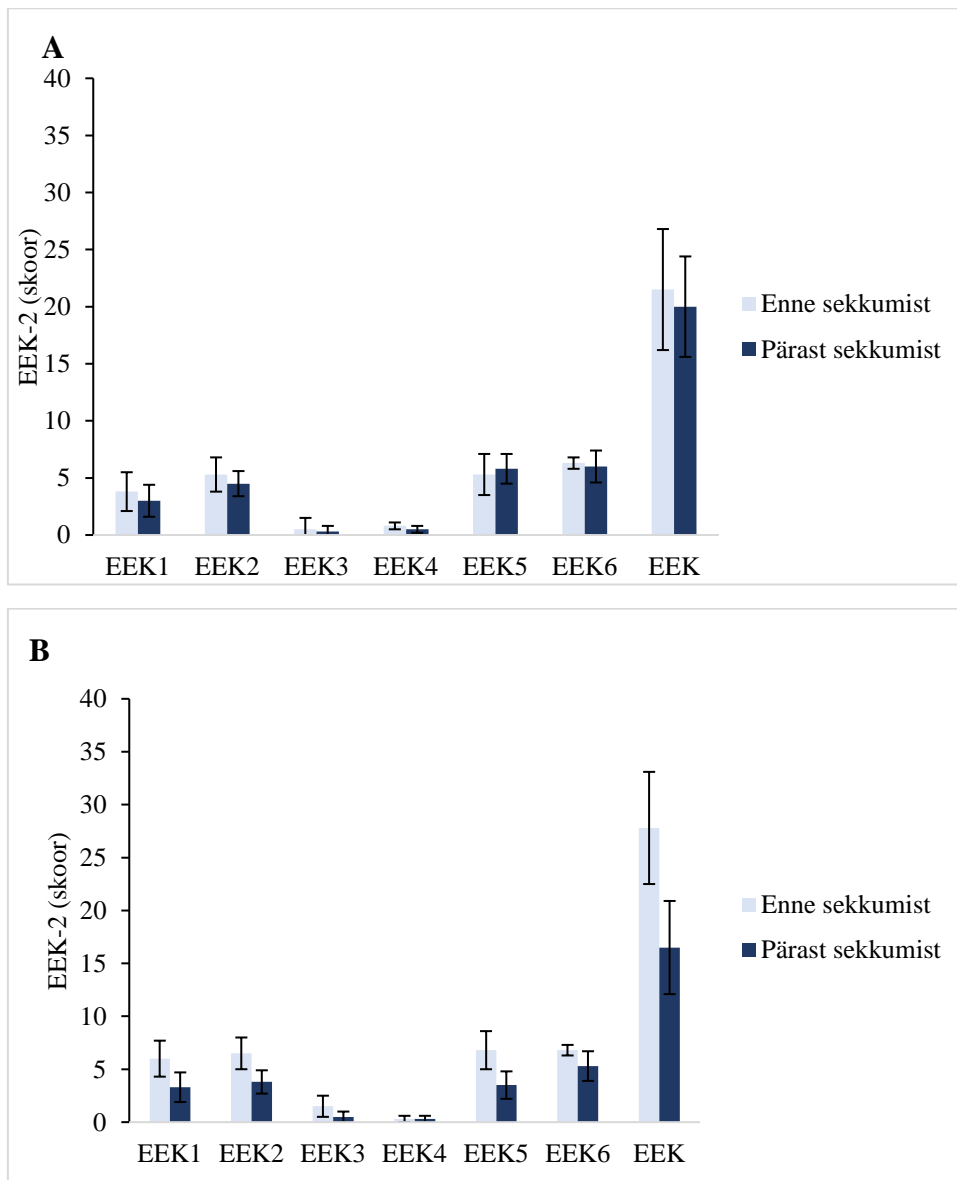
Referentsrühma puhkeoleku VC oli statistiliselt oluliselt suurem võrreldes TSAK rühma sama näitajaga ($p < 0,01$), vastavalt $5,1 \pm 0,1$ l ja $2,7 \pm 0,2$ l (joonis 12). Erinevus kahe rühma VC näitajate vahel oli 48%.



Joonis 12. Puhkeoleku vitaalkapatsiteet (VC) (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel. ** $p < 0,01$

4.4. Emotsionaalne enesetunne

TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate EEK-2 küsimustiku skoor ei erinenud oluliselt ei enne ega pärast sekkumist. Vaatamata sellele, et nii TSAK FES+TH (joonis 13A) kui TSAK TH uuritavate (joonis 13B) peaaegu kõigi EEK-2 küsimustiku alaskaalade skoor oli sekkumise järgselt väiksem, demonstreerides uuritavate emotsionaalse enesetunde paranemist, ei olnud vastav muutus statistiliselt oluline ($p > 0,05$). Erandiks oli TSAK FES+TH uuritavate väsimuse alaskaala (EEK5) skoori mittermärkimisväärne tõus sekkumise järgselt. Kõige rohkem vähenes TSAK FES+TH uuritavatel agorafobia ja paanika (EEK3) ning sotsiaalfobia (EEK4) alaskaalade skoor, vastavalt -50% ja -33%. Küsimustiku summaarne skoor vähenes antud rühmas 7%. Ka TSAK TH uuritavatel langes kõige ulatuslikumalt agorafobia ja paanika (EEK3) alaskaala skoor - 67%. EEK-2 küsimustiku summaarne skoor vähenes 41%.



Joonis 13. Emotsionaalse enesetunde küsimustiku teise versiooni (EEK-2) skoor (keskmine \pm SE) enne ja pärast sekkumist funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste (FES+TH) rühma uuritavatel (joonis 13A) ning terapeutiliste harjutuste (TH) rühma uuritavatel (joonis 13B). EEK1- depressioon, EEK2- üldine ärevus, EEK3- agorafobia ja paanika, EEK4- sotsiaalfoobia, EEK5- väsimus (asteenia), EEK6- unehäired, EEK- summaarne skoor.

Vastavalt EEK-2 küsimustiku tulemustele ei erinenud referentsrühma üldine emotsionaalne enesetunne oluliselt võrreldes TSAK rühmaga (tabel 5); küsimustiku summaarne skoor oli referentsrühma uuritavatel 12,6% madalam kui TSAK uuritavatel. Kuigi nii depressiooni (EEK1), agorafobia ja paanika (EEK3) ning väsimuse (EEK5) alaskaalade skoor oli referentsrühma uuritavatel madalam võrreldes TSAK uuritavate samade näitajatega, ei olnud erinevused statistiliselt olulised. Referentsrühma unehäirete skoor (EEK6) oli statistiliselt oluliselt madalam ($p < 0,01$) võrreldes TSAK rühma sama näitajaga. Üldise ärevuse

(EEK2) ja sotsiaalsoobia (EEK4) alaskaalade skoor oli TSAK rühma uuritavatel madalam kui referentsrühmal, vastavalt 37% ja 60%, kuigi erinevus ei olnud statistiliselt oluline.

Tabel 5. Emotsionaalse enesetunde küsimustiku teise versiooni (EEK-2) skoor (keskmine \pm SE) traumaatilise seljaaju kahjustusega (TSAK) rühma uuritavatel ja referentsrühma uuritavatel.

Rühm	EEK1	EEK2	EEK3	EEK4	EEK5	EEK6	EEK
TSAK rühm	4,9 \pm 1,2	5,9 \pm 1,3	1,0 \pm 0,5	0,5 \pm 0,4	6,0 \pm 1,1	6,5 \pm 0,9**	24,6 \pm 4,5
Referentsrühm	4,3 \pm 0,9	9,4 \pm 1,3	0,3 \pm 0,2	1,3 \pm 0,5	4,9 \pm 0,8	1,9 \pm 0,5	21,9 \pm 3,1

EEK1- depressioon, EEK2- üldine ärevus, EEK3- agorafobia ja paanika, EEK4- sotsiaalsoobia, EEK5- väsimus

(astenia), EEK6- unehäired, EEK- summaarne skoor. ** p<0,01

5. TULEMUSTE ARUTELU

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli hinnata kodutingimustes samaaegselt teostatava FES teraapia ja TH koosmõju TSAK järgselt tetrapareesiga uuritavate rühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ning emotsionaalsele enesetundele. Töö ülesanne oli võrrelda väljatoodud funktsionaalseid näitajaid TSAK FES+TH ja TSAK TH uuritavate ning TSAK uuritavate ja tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimeste vahel. Uurimustööle püstitati hüpotees: samaaegne FES teraapia ja TH koosmõju rühi, lülisamba ja rinnakorvi liikuvuse, kopsufunktsiooni ja emotsionaalse enesetunde parameetritele on TSAK patsientide füsioteraapias efektiivsem kui ainult TH mõju.

Varasemates uuringutes (Audu et al., 2015; Triolo et al., 2009) on käsitletud implanteeritud elektrostimulatsiooni süsteemide kasutamist TSAK patsientide teraapias, Eestis implanteeritud elektrostimulatsiooni süsteeme kasutusel pole. Käesoleva töö autorile teadaolevalt ei ole varasemalt teostatud ühtegi uurimistööd, kus hinnatakse samaaegselt teostatud terapeutiliste harjutuste ja FES teraapia mõju TSAK patsientide istumisrühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ning emotsionaalsele enesetundele.

Käesoleva uurimistöö peamised tulemused kinnitavad, et vaatamata sekkumise järgsetele statistiliselt mitteolulistele muutustele, olid mõlemad uurimistöös kasutatud teraapiameetodid (FES+TH ja TH) TSAK patsientide teraapias efektiivsed, avaldades positiivset mõju nii rühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile kui emotsionaalsele enesetundele. Uurimistöö tulemuste põhjal võib tõdeda, et TSAK uuritavatel on oluliselt suurem rinnaküfoosi nurk, väiksem lülisamba kaelaosa liikuvus ning rinnaosa liikuvus ekstensioonil, rinnakorvi liikuvus, puheoleku VC ning neil esineb märkimisväärselt rohkem unehäireid võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimestega.

Käesolevale uurimistööle püstitatud hüpotees ei leidnud kinnitust. FES ja TH koosmõju TSAK patsientide rühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ja emotsionaalsele enesetundele ei olnud efektiivsem kui ainult TH mõju.

Rüht

Käesolevas uurimistöös leiti, et nii TSAK FES+TH kui TSAK TH uuritavate rüht oli teraapia järgselt korrektsem võrreldes teraapia eelsete näitajatega, kuigi toimunud muutused ei olnud statistiliselt olulised. TSAK FES+TH uuritavate pea anterioorset asendit iseloomustav näitaja vähenes sekkumise järgselt 7%, TSAK TH uuritavatel 11%. Rinnaküfoosi nurga vähendamisele mõjus efektiivsemalt samaaegne FES ja TH teraapia; TSAK FES+TH rühmas vähenes uuritavate rinnaküfoosi nurk 15%, TSAK TH rühmas aga 5%.

Varasemad teadustööd pole hinnanud samaegselt teostatava FES ja TH mõju TSAK patsientide istumisrühile, samas on uuritud FES teraapia (Triolo et al., 2009) ja TH mõju rühi korrigeerimisele (Jang et al., 2015; Obayashi et al., 2012).

Triolo ja kaasautorite uuringus (2009), mille eesmärgiks oli hinnata FES mõju istumisrühile, istumistasakaalule ja kopsufunktsioonile, osales 44-aastane seljaaju kahjustusega mees (AIS järgi raskusaste A, kahjustusest möödunud 20 aastat). Uuringu raames stimuleeriti implanteeritud elektroodide abil bilateraalselt *m.erector spinae*, *m.quadratus lumborum* ning *m.gluteus maximus*. Autorid leidsid, et elektriline stimulatsioon vähendab meesuuritava pea anterioorset asendit iseloomustavat näitajat keskmiselt 5,3 cm (mõõdetud VICON 370 liikumishõive tarkvaraga). Lisaks sellele vähenes stimulatsiooni tulemusel 38% uuritava röntgenoloogiliselt mõõdetud rinnaküfoosi nurk (55° stimulatsiooniga vs 34° ilma stimulatsioonita). Kirjeldatud uuringus saadud paremaid tulemusi võib seostada implanteeritud elektrostimulatsiooni süsteemi kasutamisega, mida käesolevas uuringus ei kasutatud. Peale selle hindas Triolo kaasautoritega FES akuutset mõju uuritava funktsionaalsetele näitajatele, käesoleva uuringu eesmärgiks aga oli kuuenädalase FES+TH mõju hindamine.

Obayashi kaasautoritega (2012) leidis, et neljanädalane hingamisharjutuste programm vähendas uuritavate rinnaküfoosi nurka 13%. Antud tulemus on sarnane käesoleva töö rinnaküfoosi nurga hindamise tulemusega, kuigi Obayashi uuringus osalesid terved inimesed ning sekkumine sisaldas ainult hingamisharjutusi. Käesolevas uuringus spetsiaalselt hingamisharjutusi teraapia jooksul ei tehtud, vaid juhendati korrektset hingamist TH sooritamisel.

Terapeutiliste harjutuste mõju küfootilise kehahoiuga inimeste istumisrühile ja kopsufunktsioonile hindas Jang kaasautoritega (2015). Kaheksanädalane treeningprogramm, mis hõlmas hingamismustri korrigeerimist, rindkere liikuvust ja rühti parandavaid harjutusi, vähendas uuritavate pea anterioorset asendit iseloomustavat näitajat 6% ja rinnaküfoosi nurka 11%. Uuringu tulemused on kooskõlas käesoleva töö tulemustega.

Käesolevas uurimistöös leiti, et TSAK uuritavate pea anterioorset asendit iseloomustav näitaja ei olnud oluliselt suurem kui tervetel, füüsiliselt mitteaktiivsetel inimestel, kusjuures tervete inimeste rinnaküfoosi nurk oli märkimisväärselt väiksem. See asjaolu, et TSAK uuritavate ja tervete inimeste pea anterioorset asendit iseloomustavad näitajad ei erinenud statistiliselt oluliselt, ei olnud käesoleva töö autori jaoks üllatus, kuna referentsrühma moodustasid füüsiliselt mitteaktiivsed inimesed, kes valdavalt olid kontoritöötajad. Jung

kaasautoritega (2016) on leidnud, et nutiseadmete pikaajaline kasutamine on ebakorrekse rühi (suurenenud pea anterioorse asendi ja suurenenud rinnaküfoosi) põhjuseks.

Lülisamba kaela- ja rinnaosa liikuvus, rinnakorvi liikuvus

Vaatamata sellele, et valdavalt suurenes mõlema uuringurühma uuritavate lülisamba kaelaosa liikuvus teraapia järgselt, ei olnud muutused statistiliselt olulised. TSAK FES+TH uuritavate lülisamba kaelaosa ekstensioon ja rotatsioon vasakule olid teraapia järgselt hoopis väiksemad võrreldes teraapia eelsete näitajatega.

Mõlemad uurimistöös kasutatud teraapiameetodid avaldasid positiivset mõju TSAK uuritavate lülisamba rinnaosa liikuvusele ekstensioonil ja lateraalfleksioonil. Lisaks oli teraapia järgselt TSAK uuritavate lülisamba rinnaosa fleksioonliikuvus väiksem kui enne teraapiat- TSAK FES+TH rühmas 15%, TSAK TH rühmas 14%. Mõlema sekkumise järgselt oli märgata tendentsi rinnakorvi liikuvuse suurenemisele, kuigi statistiliselt oluline muutus toimus ainult TSAK TH uuritavatel, kelle näitaja suurenes 214%. TSAK FES+TH uuritavate rinnakorvi liikuvus suurenes 40%.

FES mõju TSAK uuritavate liigesliikuvusele on varasemalt väga vähe uuritud ning on peamiselt seotud FES kasutamisega lokomotoorses treeningus ja selle mõjuga alajäsemete liigeste liikuvusele. Käesoleva uuringu tulemustele tuginedes võib teha järelduse, et FES+TH teraapia ei ole efektiivsem lülisamba ja rinnakorvi liikuvuse parandamisel kui ainult rühti, liigesliikuvust ja istumistasakaalu parandavate TH sooritamine. Käesoleva töö autori arvates võib see asjaolu olla seotud sellega, et uurimistöös kasutatud FES programmil toimus pidevalt lihaskontraktsiooni ja lõõgastuse vaheldumine, mis ei olnud ajastatud aktiivsete harjutuste sooritamisega. Uuritav võis soovida teostada lateraalfleksiooni, aga toimus hoopiski teiste lihaste kontraktsioon, mistõttu ei suutnud uuritav sellest tugevamalt liigutada. Stimulatsiooni teostati vaid kehative sirutajatele ning painutajatele, harjutused aga haarasid endas ka lateraalfleksiooni ja rotatsioone, mille sooritamist võis teostatud stimulatsioon segada. Samuti võis stimulatsioon segada hingamist, kuna toimus tugev lihaste kontraktsioon, mis ei lubanud rindkerel nii palju laieneda. Stimulatsioon võis vahepeal toimuda vastupidiselt uuritava hingamisrütmile. TH rühm sai harjutusi sooritada ilma stimulatsiooni segava faktorita. Mistõttu võis nende harjutuste sooritamise kvaliteet olla parem.

Varasemates uuringutes on leitud, et terapeutilised harjutused suurendavad nii lülisamba kui rinnakorvi liikuvust. Varasemalt käsitletud Jang ja kaasautorite uuring (2015) näitas, et hingamismustri korrigeerimisele, rindkere liikuvuse ja rühi parandamisele suunatud kaheksanädalane treeningprogramm suurendas tervete inimeste rinnakorvi liikuvust 24,3%.

Häkkinen kaasautoritega (2008) uuris jõu- ja venitusajutusi sisaldava treeningprogrammi mõju ning nad järeldasid, et TH suurendavad lülisamba kaelaosa liikuvust ning vähendavad valu kroonilise kaelavaluga patsientidel. Peale selle on leitud, et lülisamba rinnaosa liikuvuse suurendamine aitab parandada ka lülisamba kaelaosa liikuvust (Tsang et al., 2013) ning et hingamisharjutustel on positiivne mõju rinnakorvi liikuvuse suurendamisele tervetel inimestel (Izumizaki et al., 2006; Obayashi et al., 2012).

Käesolevas uuringus leiti, et TSAK uuritavate lülisamba kaelaosa liikuvus on statistiliselt oluliselt väiksem võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivste inimestega. Tervete uuritavate lülisamba rinnaosa liikuvus ekstensioonil on oluliselt suurem kui TSAK uuritavatel, ka lateraalfleksiooni ulatus on tervetel suurem, kuigi mittemärkimisväärselt. Vastupidiselt eelöeldule on TSAK uuritavatel suurem lülisamba rinnaosa liikuvus fleksioonil (10%), kuigi näitajate erinevus ei ole statistiliselt oluline. Tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimeste rinnakorvi liikuvus on 78% suurem kui TSAK patsientidel.

Vaatamata sellele, et TSAK uuritavate lülisamba kaelaosa liikuvus oli kõikides liikuvuse suundades oluliselt väiksem kui referentsrühma uuritavatel, vasatas fleksiooni ja ekstensiooni liikuvus väljatöötatud kaelaliikuvuse normnäitudele (Clarkson, 2000). Lülisamba kaelaosa liikuvus lateraalfleksioonil ja rotatsioonil on aga TSAK uuritavatel kirjanduses toodud normist madalam, mida võib seosata uuritavate suurenenud pea anterioorse asendi ja rinnaküfoosi nurgaga.

Mannion ja tema kaasautorite uuringu tulemustele (2004) tuginedes on lülisamba rinnaosa ekstensiooni normaalne ulatus on 20°- 40°. Käesoleva uuringu tulemused näitavad, et tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimeste lülisamba rinnaosa liikuvus on 33,0°, kusjuures TSAK uuritavate lülisamba rinnaosa ekstensioon on 14,4°, mis on oluliselt väiksem kui Mannioni tulemus. Käesoleva töö autori arvates TSAK uuritavate märkimisväärselt vähenenud lülisamba rinnaosa liikuvus ekstensioonil on seotud suurenenud rinnaküfoosi nurgaga, pikaajalise istumisega C-kujulises küfootilises asendis ning kehatüve lihaste nõrkusest tuleneva raskusega korrigeerida ebaergonoomilist istumisasendit.

TSAK uuritavate rinnakorvi liikuvus ($1,5 \pm 0,2$ cm) on oluliselt väiksem referentsrühma uuritavate rinnakorvi liikuvusest ($6,8 \pm 0,7$) ja vastavast normväärtusest. Meeste, vanuses 25-54 eluaastat, rinnakorvi liikuvuse keskmine normaalnäitaja on 6,0-7,4 cm (mõõdetud seistes mõõdulindiga neljanda interkostaalse ruumi tasemel) (Moll & Wright, 1972). TSAK uuritavate rinnakorvi liikuvuse vähenemist on seostatud eelkõige kehatüve ja hingamislihaste paralüüsiga,

rinnakorvi luuliste ühenduste vahelise jäikuse suurenemisega ning suurenenud rinnaküfoosi nurgaga (Baydur et al., 2001; Cardozo, 2007; Izumizaki et al., 2006; Spungen et al., 2009).

Kopsufunktsioon

Tuginedes käesoleva uurimistöö tulemustele, oli nii TSAK FES+TH kui TH uuritavate puhkeoleku VC teraapia järgselt suurem, vastavalt 11% ja 16%, kuigi vastav muutus ei olnud statistiliselt oluline.

TSAK patsientide kopsufunktsiooni hindamiseks on kasutatud lisaks VC näitajale forsseeritud VC, forsseeritud ekspiratoorset sekundimahtu, ekspiratoorset tippvoolu ja teisi parameetreid, samas on Roth kaasautoritega (1995) leidnud, et puhkeoleku VC näitaja võimaldab hinnata TSAK patsientide üldist kopsufunktsiooni ning on väga heas korrelatiivses seoses teiste hingamisfunktsiooni testidega.

Triolo ja kaasautorite (2009) uuring näitas, et kehative lihaste FES implanteeritud elektroodide abil suurendas TSAK uuritava VC 22%, mida autorid seostasid korrektsema istumisrühi ja parema istumistasakaaluga. Lisaks sellele on leitud, et kuuenädalane, samaaegset abdominaalset FES ja kõhimisfunktsiooni treeningut sisaldav sekkumine avaldab positiivset mõju TSAK uuritavate kopsufunktsioonile- VC enne sekkumist $1,5 \pm 0,1$ l ning pärast sekkumist $1,8 \pm 0,1$ l; ($p=0,009$) (McBain et al., 2013).

Ka Cheng kaasautoritega (2006) leidis, et nelja nädala jooksul teostatud *m.pectoralis major*i ja kõhulihaste neuromuskulaarne elektrostimulatsioon avaldas märkimisväärset positiivset mõju TSAK patsientide VC näitajale, kusjuures täheldati, et teraapia positiivne efekt oli märkimisväärne ka kolm ja kuus kuud pärast teraapiat.

Mitmed uuringud on näidanud hingamisharjutuste positiivset mõju TSAK uuritavate VC näitajale (Garrett et al., 2009; Mueller et al., 2013), aga kuna käesolevas uuringus hingamisharjutusi teraapia jooksul ei tehtud, ei ole need uuringud omavahel võrreldavad. Jang kaasautoritega (2015) leidis, et rühi korrektsioonile, rinnakorvi liikuvuse ja hingamisfunktsiooni parandamisele suunatud treeningprogramm ei mõjutanud küfootilise rühiga inimeste VC näitajat.

Käesolevas uurimistöös leiti, et TSAK uuritavate puhkeoleku VC ($2,7 \pm 0,2$ l) on statistiliselt oluliselt madalam võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimestega sama näitajaga ($5,1 \pm 0,1$ l), kusjuures erinevus kahe rühma näitajate vahel on 48%. On leitud, et TSAK uuritavate VC on 50-80% normväärtusest väiksem, mida seostatakse eelkõige hingamisliahaste paralüüsi ja rinnakorvi suurenenud jäikusega (Baydur et al., 2001). TSAK

patsientide kopsufunktsiooni langust seostatakse ka küfootilise rühi ja suurenenud posterioorse vaagnakaldega istumisel (Cardozo, 2007; Triolo et al., 2009).

Emotsionaalne enesetunne

Käesolevas uurimistöös leiti, et TSAK uuritavate üldine emotsionaalne enesetunne paranes nii FES+TH kui TH sekkumise järgselt, kuigi vastav muutus ei olnud statistiliselt oluline. Erandiks oli väsimuse skoori mittemärkimisväärne suurenemine TSAK FES+TH uuritavatel sekkumise järgselt. Üldiselt olid käesoleva uurimistöö uuritavate EEK-2 küsimustiku alaskaalde skoorid nii enne kui pärast sekkumist madalad, mis näitab, et TSAK uuritavatel ei esinenud depressiooni, nende emotsionaalne enesetunne oli hea, kuid esines unehäireid. See tulemus näitab, et käesolevas töös osalenud TSAK uuritavatel ei esinenud depressiooni, nende emotsionaalne enesetunne oli hea, kuigi esines unehäireid.

Töö autorile teadaolevalt puuduvad uuringud, kus käsitletakse FES teraapia mõju TSAK patsientide emotsionaalsele enesetundele. On leitud, et treeningprogramm (kaks korda nädalas, 1,5 tundi korraga), mis kestis üheksa kuud ning hõlmas venitusharjutusi, treeningut manuaalsel ergomeetril ja vastupanuga jõuharjutusi, parandas märkimisväärselt TSAK patsientide emotsionaalset enesetunnet, vähendas stressi, depressiooni ja valu (Latimer et al., 2004). Uuringu autorid rõhutavad, et regulaarne treening tõstab TSAK patsientide kaasatust sotsiaalsesse ellu, mis samuti omab suurt tähtsust emotsionaalse enesetunde parandamisele. Lisaks sellele on mitmed teadlased leidnud positiivse seose TSAK patsientide füüsilise aktiivsuse ja parema emotsionaalse enesetunde vahel (Anneken et al., 2010; Arbour-Nicitopoulos et al., 2009).

Vastavalt käesoleva uurimistöö tulemustele ei ole TSAK uuritavate üldine emotsionaalne enesetunne oluliselt halvem võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimestega. Oluline erinevus tulemuste vahel esines ainult EEK-2 unehäirete alaskaalas, kusjuures nimetatud, TSAK uuritavate alaskaala skoor oli ainuke, mis oli kõrgem kui väljatöötatud normnäitaja. 87,5% TSAK uuritavatest esinesid uneprobleemid. Kivisild kaasautoritega (2014) leidis, et pooltel TSAK uuritavatel esinesid unehäired, mis on küll vähem kui käesolevas uuringus saadud tulemus, viidates siiski probleemi suurele levimusele TSAK patsientide hulgas. Ka Jensen kaasautoritega (2009) tõestas, et TSAK uuritavatel esineb oluliselt rohkem ($p < 0,01$) unehäireid kui tavapopulatsioonis, kusjuures noorematel TSAK patsientidel on unehäireid rohkem kui vanematel.

On alusetu eeldada, et TSAK patsientidel esineb rohkem ärevushäireid ja sotsiaalfobiat, käesolev töö tõestas vastupidist- tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimeste

EEK-2 ärevuse ja sotsiaalsoofoobia alaskaalade skoor oli kõrgem kui TSAK patsientidel. Halvema emotsionaalse enesetunde põhjuseid võib olla mitmeid. Käesolevas uuringus ei täpsustatud uuritavate isiklike probleeme, raskusi õppimisel ja/või tööl, sotsiaalset aktiivsust, seega TSAK uuritavate ja tervete inimeste emotsionaalse enesetunde hindamistulemuste oluliste erinevuste puudumine (va unehäirete alaskaalas) võib tuleneda muudest faktoritest, mida käesolevas töös ei uuritud.

5.1. Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid

Käesoleva uurimistöö üheks limiteerivaks faktoriks on uuritavate väike arv. Uuringus osalemise kriteeriumitele vastavate TSAK patsientide kaasamine uuringusse osutus keerulisemaks kui töö planeerimisel loodeti. Suurema valimi korral oleksid rühmadevahelised erinevused ilmselt selgemini välja tulnud ja tulemused võimaldaksid teha kindlamaid järeldusi FES+TH ja TH efektiivsuse kohta TSAK patsientide taastusravis. Vaatamata sellele, et enne sekkumist ei olnud kahe rühma parameetrite vahel olulisi erinevusi, võis tulemusi mõjutada asjaolu, et TSAK FES+TH rühmas oli kaks A ja kaks B TSAK raskusastmega meest, kusjuures TSAK TH rühmas oli üks A, kaks B ja üks C TSAK raskusastmega meest. Kuna B ja C raskusastmega TSAK patsientide puhul on tegemist seljaaju osalise kahjustusega ning ka väiksema mootorika ja sensoorika puudulikkusega, on nende patsientide prognoos parem ja ka taastumine tõenäolisem. Veel üheks võimalikuks limiteerivaks faktoriks on see, et FES programm ja terapeutilised harjutused ei olnud antud uuringus omavahel kooskõlastatud-teraapia kõigus ilmnas asjaolu, et mõningal juhul takistas FES korrektset hingamist ja raskendas harjutuste sooritamist. Kui uuringu raames oleks võimalik iga patsiendi jaoks koostada individuaalne FES programm, vastavalt patsiendi hingamisrütmile ja terapeutiliste harjutuste sooritamise tempole, võiks eeldada, et FES+TH teraapia oleks efektiivsem.

Käesoleva magistritöö tugevuseks on varem teaduskirjanduses väga vähe käsitletud teema analüüs: FES teraapia ja terapeutilise harjutuse mõju TSAK patsientide rühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ja emotsionaalsele enesetundele. Läbiviidud uurimistöö praktiliseks väljundiks on uuringus kasutatud harjutuskava, mis töö tulemuste põhjal aitab korrigeerida TSAK patsientide rühti, parandada lülisamba ja rinnakorvi liikuvust, kopsufunktsiooni ning emotsionaalset enesetunnet. Vaatamata sellele, et FES ja TH koosmõju ei olnud efektiivsem kui ainult TH sooritamine, avaldas antud sekkumine positiivset mõju hinnatavatele parameetritele. Uuringu tulemustele tuginedes võib väita, et FES seadme kasutamine TSAK patsientide taastusravis on põhjendatud.

Antud magistritöö on oluline eelkõige TSAK diagnoosiga patsientidega töötavatele füsioterapeutidele ja teistele rehabilitatsiooni meeskonna liikmetele, füsioteraapia eriala üliõpilastele, TSAK patsientidele ja nende lähedastele.

6. JÄRELDUSED

1. Pea anterioorset asendit iseloomustav näitaja ja rinnaküfoosi nurk on nii samaaegse funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste kui ainult terapeutiliste harjutuste sooritamise järgselt väiksem, kuid mitte märkimisväärselt.
2. Nii samaaegne funktsionaalne elektrostimulatsioon ja terapeutilised harjutused kui ainult terapeutiliste harjutuste sooritamine parandab lülisamba kaelaosa liikuvust, kuid mitte märkimisväärselt. Samaaegse funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste sooritamine parandab lülisamba rinnaosa liikuvust ekstensioonil ja lateraalfleksioonil paremale, terapeutiliste harjutuste sooritamise järgselt paraneb lülisamba rinnaosa liikuvus lateraalfleksioonil vasakule. Terapeutiliste harjutuste sooritamine võimaldab saavutada suuremat rinnakorvi liikuvust kui kasutada teraapiameetodina samaaegset funktsionaalset elektrostimulatsiooni ja terapeutilisi harjutusi.
3. Nii samaaegse funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste kui ainult terapeutiliste harjutuste sooritamise järgselt on puhkeoleku vitaalkapatsiteet suurem, kuid mitte märkimisväärselt.
4. Nii samaaegse funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste kui ainult terapeutiliste harjutuste sooritamise järgselt on traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientide emotsionaalne enesetunne parem, kuid mitte märkimisväärselt.
5. Samaaegse funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste kasutamine ei ole efektiivsem traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientide rühi korrigeerimisel, lülisamba ja rinnakorvi liikuvuse parandamisel, puhkeoleku vitaalkapatsiteedi ja emotsionaalse enesetunde parandamisel võrreldes ainult terapeutiliste harjutuste mõjuga.
6. Võrreldes tervete, füüsiliselt mitteaktiivsete inimestega on traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientidel märkimisväärselt suurem rinnaküfoosi nurk, väiksem lülisamba kaelaosa liikuvus ja rinnaosa liikuvus ekstensioonil, rinnakorvi liikuvus ning kopsumaht. TSAK uuritavatel esineb oluliselt rohkem unehäireid kui tervetel, füüsiliselt mitteaktiivsetel inimestel.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aluoja A, Shlik J, Vasar V, Luuk K, Leinsalu M. Development and psychometric properties of the Emotional State Questionnaire, a self-report questionnaire for depression and anxiety. *Nord J Psychiatry*. 1999; 53: 443-449.
2. Arbour-Nicitopoulos KP, Ginis KA, Latimer AE. Planning, leisure-time physical activity, and coping self-efficacy in persons with spinal cord injury: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90: 2003–2011.
3. Anneken V, Hanssen-Doose A, Hirschfeld S, Scheuer T, Thietje R. Influence of physical exercise on quality of life in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2010; 48: 393–399.
4. Audu ML, Lombardo LM, Schnellenberger J, Fogliano KM, Miller ME, et al. A neuroprosthesis for control of seated balance after spinal cord injury. *J Neuroeng Rehabil*. 2015; 12(8). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-12-8> (30.11.2017).
5. Baydur A, Adkins RH, Milic-Emili J. Lung mechanics in individuals with spinal cord injury: effects of injury level and posture. *J Appl Physiol*. 2001; 90: 405–411.
6. Bolin I, Bodin P, Kreuter M. Sitting position- posture and performance in C5-C6 tetraplegia. *Spinal Cord*. 2000; 38: 425–34.
7. Boyle JJW, Milne N, Singer KP. Influence of age on cervicothoracic spinal curvature: an ex vivo radiographic survey. *Clin Biomech*. 2002; 17(5): 361-7.
8. Cardozo CP. Respiratory complications of spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2007; 30(4): 307-308.
9. Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Chung CY. Effect of neuromuscular electrical stimulation on cough capacity and pulmonary function in patients with acute cervical cord injury. *J Rehabil Med*. 2006; 38: 32–36.
10. Clarkson HM. *Musculoskeletal Assessment*. 2nd ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
11. Fletcher, J. and Bandy, W. Intratester reliability of CROM measurement of cervical spine active range of movement in persons with and without neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008; 38: 640–643.
12. Gao KL, Chan KM, Purves S, Tsang WWN. Reliability of dynamic sitting balance tests and their correlations with functional mobility for wheelchair users with chronic spinal cord injury. *J Orthop Transl*. 2015; 3: 44-49.
13. Garrett B, Shatzer, Bach J. Respiratory treatment and equipment. *Spinal Cord Injuries*. 2009: 69–102.

14. Gómara-Toldrà N, Sliwinski M, Dijkers MP. Physical therapy after spinal cord injury: A systematic review of treatments focused on participation. *J Spinal Cord Med.* 2014; 37(4): 371–379.
15. Hamid S, Hayek R. Role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury: an overview. *Eur Spine J.* 2008; 17: 1256-1269.
16. Han J, Park S, Kim Y, Choi Y, Lyu H. Effects of forward head posture on forced vital capacity and respiratory muscles activity. *J Phys Ther Sci.* 2016; 28: 128–131.
17. Hoffman JM, Bombardier CH, Graves DE, Kalpakjian CZ, Krause JS. A Longitudinal Study of Depression From 1 to 5 Years After Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011; 92(3): 411-418.
18. Häkkinen, A., Kautiainen, H., Hannonen, P., Ylinen, J. Strength training and stretching versus stretching only in the treatment of patients with chronic neck pain: a randomized one-year follow-up study. *Clin Rehabil.* 2008; 22: 592-600.
19. Izumizaki M, Ohshima Y, Iwase M, Homma I. Chest wall motion after thixotropy conditioning of inspiratory muscles in healthy humans. *J Physiol Sci.* 2006; 56:433–440.
20. Jang HJ, Kim MJ, Kim SY. Effect of thorax correction exercises on flexed posture and chest function in older women with age-related hyperkyphosis. *J Phys Ther Sci.* 2015; 27:1161–1164.
21. Jensen MP, Hirsh AT, Molton IR, Bamer AM. Sleep Problems in Individuals With Spinal Cord Injury: Frequency and Age Effects. *Rehabil Psychol.* 2009; 54(3): 323–331.
22. Jung SI, Lee NK, Kang KW, Kim K, Lee DY. The effect of smartphone usage time on posture and respiratory function. *J Phys Ther Sci* 2016; 28: 186-189.
23. Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (Revised 2011). *J Spinal Cord Med.* 2011; 34(6): 535-546.
24. Kivisild A, Sabre L, Tomberg T, Ruus T, Kõrv J, Asser T, et al. Health-related quality of life in patients with traumatic spinal cord injury in Estonia. *Spinal Cord.* 2014; 52: 570–575.
25. Latimer AE, Ginis KAM, Hicks AL, McCartney N. An examination of the mechanisms of exercise-induced change in psychological well-being among people with spinal cord injury. *JRRD.* 2004; 41 (5): 643-652.
26. Lin F, Parthasarathy S, Taylor SJ, Pucci D, Hendrix RW et al. Effect of Different Sitting Postures on Lung Capacity, Expiratory Flow, and Lumbar Lordosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006; 87: 504-9.

27. Mannion AF, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine J*. 2004; 13: 122-136.
28. McBain RA, Boswell-Ruys CL, Lee BB, Gandevia SC, Butler JE. Abdominal muscle training can enhance cough after spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair*. 2013; 27: 834–843.
29. Miller MR, Hankinson V, Brusasco F, Burgos R, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005; 26: 319-338.
30. Milosevic M, Masani K, Wu N, McConville KMV, Popovic MR. Trunk muscle co-activation using functional electrical stimulation modifies centre of pressure fluctuations during quiet sitting by increasing trunk stiffness. *J Neuroeng Rehabil*. 2015, 12(99).
31. Moll JMH, Wright V. An objective clinical study of chest expansion. *Ann Rheum Dis*. 1972; 31: 1-8.
32. Mueller G, Hopman MTE, Perret C. Comparison of respiratory muscle training methods in individuals with motor and sensory complete tetraplegia - a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2013;45 (3):248–53.
33. National Spinal Cord Injury Statistical Center. Spinal Cord Injury Facts and Figures at Glance (2017). <https://www.nscisc.uab.edu/Public/Facts%20and%20Figures%20-%202017.pdf> (30.11.2017).
34. Nightingale EJ, Raymond J, Middleton JW, Crosbie J, Davis GM. Benefits of FES gait in a spinal cord injured population. *Spinal Cord*. 2007; 45: 646-657.
35. Obayashi H, Urabe Y, Yamanaka Y, Okuma R. Effects of Respiratory-Muscle Exercise on Spinal Curvature. *J Sport Rehabil*. 2012; 21: 63-68.
36. Putt MT, Watson M, Seale H, Paratz JD. Muscle Stretching Technique Increases Vital Capacity and Range of Motion in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89.
37. Roth EJ, Nussbaum SB, Berkowitz M, Primack S, Oken J, et al. Pulmonary function testing in spinal cord injury: Correlation with vital capacity. *Paraplegia*. 1995; 33: 454-457.
38. Sabre L, Pedai G, Rekand T, Asser T, Linnamägi U, et al. High incidence of traumatic spinal cord injury in Estonia. *Spinal Cord*. 2012; 50: 755–759.
39. Sabre L, Kõrv J, Asser T, Rekand T. Seljaajutrauma ja autonoomne närvisüsteem. *Eesti Arst*. 2011; 90(3): 129–134.

40. Sangtarash F, Manshadi FD, Sadeghi A, Tabatabaee SM, Gheysari AM. Validity and reliability of dual digital inclinometer in measuring thoracic kyphosis in women over 45 years. *Spine*. 2014; 3: 1-4.
41. Samuelsson K, Larsson H, Thyberg M, Tropp H. Back pain and spinal deformity common among wheelchair users with spinalis cord injuries. *Scand J Occup Ther*. 1996; 3: 28–32.
42. Sezer N, Akkuş S, Uğurlu FG. Chronic complications of spinal cord injury. *World J Orthop*. 2015; 6(1): 24–33.
43. Spungen AM, Bauman WA, Lesser M, McCool FD. Breathing pattern and ventilatory control in chronic tetraplegia. *Lung*. 2009; 187: 375–381.
44. Thrasher TA, Popovic MR. Functional electrical stimulation of walking: function, exercise and rehabilitation. *Ann Readapt Med Phys*. 2008; 51: 452-460.
45. Triolo RJ, Boggs L, Miller ME, Nemunaitis G, Nagy J, Nogan Bailey S. Implanted electrical stimulation of the trunk for seated postural stability and function after cervical SCI: A single case study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(2): 340–347.
46. Triolo RJ, Nogan Bailey S, Miller ME, Lombardo LM, Audu ML. Effects of Stimulating Hip and Trunk Muscles on Seated Stability, Posture and Reach after Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013; 94(9): 1766-1775.
47. Tsang SMH, Szeto GPY, Lee RYW. Normal kinematics of the neck: The interplay between the cervical and thoracic spines. *Manual Therapy*. 2013: 1-7.

TÄNUAVALDUS

Väga suured tänud minu juhendajatele Doris Vahtrikule, Margot Bergmannile ja Helena Gapeyevale. Tänan Margotit praktiliste soovitude eest ning koostöö eest uuritavate värbamisel, nende hindamisel ja teraapiate läbiviimisel. Soovin tänada Karina Laasi emotsionaalse enesetunde küsimustiku kasutamise võimaluse eest käesolevas magistritöös.

Olen tänulik kõikidele uuringus osalejatele koostöövalmiduse eest.

Kuna käesolev magistritöö on osa uuringust „Traumaatilise seljaajukahjustusega patsientide funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste mõju kehatüve lihaste seisundile, istumistasakaalule, kopsufunktsioonile ja elukvaliteedile“, siis soovin tänada professor Toomas Asserit olulise panuse eest uurimistöö õnnestumisel.

LISAD

Lisa 1. Harjutusprogramm

Harjutusprogramm on koostatud M. Bergmanni ja A. Zahharova poolt, 2017.

Harjutuste sooritamise ajal istub uuritav oma ratastoolis. Uuritavaid juhendati harjutuste ajal korrektselt hingama.

Harjutus 1

Lähteasend: isteasend, ülajäsemed all

- 1- Õlaliigeste fleksioon
- 2- Ülajäsemete viimine algasendisse, algse istumisasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, õlaliigeste liikuvuse parandamine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 2

Lähteasend: isteasend, ülajäsemed toetatud reitele või põlveliigetele

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse ülakeha rühi saavutamiseni
- 2- Uuritava harjumuspärase istumisasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 3

Lähteasend: isteasend, ülajäsemed ees toetatud füsioterapeudi kätele

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse ülakeha rühi saavutamiseni
- 2- Lülisamba lateraalfleksioon paremale
- 3- Lülisamba lateraalfleksioon vasakule
- 4- Algasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, lülisamba liikuvuse parandamine, kehatüve lihaste tugevdamine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 4

Lähteasend: isteasend, ülajäsemed õlaliigestest ~90° painutatud ning toetatud füsioterapeudi kätele.

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse rühi saavutamiseni

- 2- Lülisamba rotatsioon paremale koos ipsilateraalse ülajäsemega (ülajäse abductseeritud õlakõrguseni ning rotatsiooni sooritamisel uuritav vaatab käe järele, uuritav püüab lähendada abaluud lülisamba suunas)
- 3- Lülisamba rotatsioon vasakule koos ipsilateraalse ülajäsemega (ülajäse abductseeritud õlakõrguseni ning rotatsiooni sooritamisel uuritav vaatab käe järele, uuritav püüab lähendada abaluud lülisamba suunas)
- 4- Algasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, lülisamba liikuvuse parandamine, kehatüve lihaste tugevdamine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 5

Lähteasend: isteasend, küünarliigesed maksimaalselt painutatud

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse ülakeha rühi saavutamiseni
- 2- Parema ülajäsemega löögi sooritamine füsioterapeudi paremasse pihku
- 3- Vasaku ülajäsemega löögi sooritamine füsioterapeudi vasakusse pihku

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, lülisamba ja ülajäsemete liigete liikuvuse parandamine, kehatüve ja ülajäsemete lihaste tugevdamine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 6

Lähteasend: isteasend, ülajäsemed kehatüve kõrval

Füsioterapeut asetab oma käe uuritava suhtes erinevatesse asukohtadesse uuritava keha keskteljest võimalikult kaugel, ülesandeks on puudutada terapeudi käsi, istumistasakaalu kaotamata, misjärel taastab patsiendi algasendi. Harjutust tehakse mõlema käega.

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, lülisamba ja ülajäsemete liigete liikuvuse parandamine, kehatüve ja ülajäsemete lihaste tugevdamine, istumistasakaalu parandamine.

Harjutus 7

Lähteasend: isteasend, sirged käed all

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse ülakeha rühi saavutamiseni
- 2- Õlaliigete välisrotatsioon- ülajäsemete viimine kukla taha
- 3- Ülajäsemete tagasi viimine kehatüve kõrvale, algasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, ülajäsemete liigete liikuvuse parandamine, istumistasakaalu parandamine

Harjutus 8

Lähteasend: isteasend, küünarliigesed 90° fleksioonis

- 1- Lülisamba sirutus maksimaalselt korrektse ülakeha rühi saavutamiseni
- 2- Õla- ja küünarliigete ekstensioon, abaluude lähendamine teineteisele
- 3- Käte viimine lähteasendisse, algasendi taastamine

Eesmärk: ülakeha rühi korrigeerimine, ülajäsemete liigete liikuvuse parandamine, istumistasakaalu parandamine

Lisa 2. Emotsionaalse enesetunde küsimustik (EEK-2)

Emotsionaalse enesetunde küsimustik EEK-2

Nimi _____ Sugu _____ Vanus _____ / _____ Kuupäev
_____/_____/_____

Lugege tähelepanelikult läbi alltoodud loetelu probleemidest ja vaevustest, mis võivad inimestel mõnikord esineda.

Tõmmake ring ümber sellele vastusevariandile, mis kõige paremini kirjeldab seda,

KUIVÕRD SEE PROBLEEM ON TEID HÄIRINUD VIIMASE KUU VÄLTEL.

		Üldse mitte	Harva	Mõnikord	Sageli	Pidevalt
1.	Kurvameelsus	0	1	2	3	4
2.	Huvi kadumine	0	1	2	3	4
3.	Alaväärsustunne	0	1	2	3	4
4.	Enesesüüdistused	0	1	2	3	4
5.	Korduvad surma- või enesetapumõtted	0	1	2	3	4
6.	Üksildustunne	0	1	2	3	4
7.	Lootusetus tuleviku suhtes	0	1	2	3	4
8.	Võimetus rõõmu tunda	0	1	2	3	4
9.	Kiire ärritumine või vihastamine	0	1	2	3	4
10.	Ärevuse või hirmutunne	0	1	2	3	4
11.	Pingetunne või võimetus lõdvestuda	0	1	2	3	4
12.	Liigne muretsemise paljude asjade pärast	0	1	2	3	4
13.	Rahutus või kärsitus, nii et ei suuda paigal püsida	0	1	2	3	4
14.	Kergesti ehmumine	0	1	2	3	4

15.	Äkilised paanikahood, mille ajal esineb südameklõppimine, õhupuudus, minestamistunne vms kehalised nähud	0	1	2	3	4
16.	Kartus viibida üksi kodust eemal	0	1	2	3	4
17.	Hirmutunne avalikes kohtades või tänavatel	0	1	2	3	4
18.	Kartus minestada rahva hulgas	0	1	2	3	4
19.	Kartus sõita bussi, trammi, rongi või autoga	0	1	2	3	4
20.	Hirm olla tähelepanu keskpunktis	0	1	2	3	4
21.	Hirm suhtlemisel võõraste inimestega	0	1	2	3	4
22.	Loidus- või väsimustunne	0	1	2	3	4
23.	Vähenenud tähelepanu ja keskendumisvõime	0	1	2	3	4
24.	Puhkamine ei taasta jõudu	0	1	2	3	4
25.	Kiire väsimine	0	1	2	3	4
26.	Unumiskraskused	0	1	2	3	4
27.	Rahutu või katkendlik uni	0	1	2	3	4
28.	Liigvarajane ärkamine	0	1	2	3	4

EMOTSIONAALSE ENESETUNDE KÜSIMUSTIKU EEK-2 TULEMUSTE TÕLGENDAMINE

1) Liites kokku vastused küsimustele 1 – 8, saate teada soodumusest depressiooni või muu meeleoluhäire suhtes. Depressioonile võib viidata punktisumma >11
2) Liites kokku vastused küsimustele 9 – 14, saate teada soodumusest üldise ärevushäire suhtes. Ülemäärasele üldisele ärevusele võib viidata summa >11
3) Liites kokku vastused küsimustele 15 – 19, saate teada soodumusest paanikahäire (tugevad hirmu ja ebamugavuse hood, millega kaasnevad mitmed kehalised ja psüühilise sümptomid) ja agorafobia ehk lagedakartuse suhtes (hirm avatud suurte ruumide või väljakute ja ka rahvarohkete kohtade ees). Sellele võib viidata summa >6
4) Liites kokku vastused küsimustele 20 – 21, saate teada soodumuse kohta sotsiaalfobia suhtes (tugev ja püsiv kartus olukordade ees, kus tuleb tegutseda teiste inimeste juuresolekul või viibida tähelepanu keskpunktis). Sellele võib viidata summa >3
5) Liites kokku vastused küsimustele 22 -25, saate teada soodumusest asteenia ehk vaimse kurnatuse suhtes. Sellele võib viidata summa >6
6) Liites kokku vastused küsimustele 26 – 28, saate teada soodumusest depressiooni ja ärevusega kaasuvate võimalike unehäirete suhtes. Sellele võib viidata summa >5

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anna Zahharova (sünnikuupäev: 19.07.1994)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Funktsionaalse elektrostimulatsiooni ja terapeutiliste harjutuste mõju istumisrühile, lülisamba ja rinnakorvi liikuvusele, kopsufunktsioonile ja emotsionaalsele enesetundele traumaatilise seljaaju kahjustusega patsientidel“, mille juhendajad on Doris Vahtrik, Margot Bergmann ja Helena Gapeyeva,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi Dspace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi Dspace' i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 25.04.2018